

UNTERSUCHUNGEN ZUR AKTIVIERUNGSKONSTANZ
BEI KINDERN MIT HIRNLEISTUNGSSCHWÄCHE
IM RAHMEN EINES
POSTTRAUMATISCHEN PSYCHOSYNDROMS
UNTER BERÜCKSICHTIGUNG VON
LEICHTER UND SCHWERER GESCHÄDIGTEN

Reinhard Hoffmann

1978

Aus dem Max-Planck-Institut für Psychiatrie, München

Direktor: Prof. Dr. D. Ploog

UNTERSUCHUNGEN ZUR AKTIVIERUNGSKONSTANZ BEI KINDERN
MIT HIRNLEISTUNGSSCHWÄCHE IM RAHMEN EINES POST-
TRAUMATISCHEN PSYCHOSYNDROMS UNTER BERÜCKSICHTIGUNG
VON LEICHTER UND SCHWERER GESCHÄDIGTEN

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt durch

R e i n h a r d H o f f m a n n

aus

Lanzendorf

1978

Mit Genehmigung des FB Medizin der Universität München

Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr.med. J. Martinus

Mitberichterstatter: Prof. Dr.med. D. Ploog

Dekan: Prof. Dr.med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 30.3.1978



Herrn Priv. Doz. Dr. J. Martinus danke ich
für die freundliche Überlassung des Themas;
besonders aber für seine stete Förderung der
Untersuchungen und für viele Anregungen zur
Ausarbeitung der Ergebnisse.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Gliederung

I. Einführung

1. Symptomatik des organischen Psychosyndroms nach Schädel-Hirn-Trauma mit Unterscheidung von leicht und schwerer Geschädigten
2. Begründung des Themas
 - a) Leistungsschwächen und Aktivierungsschwankungen als zentrales Problem der traumatisierten Kinder
 - b) neurophysiologische Untersuchungen zur Erfassung auch leichterer posttraumatischer Hirnfunktionsstörungen

II. Experimentelle Untersuchungen zur Aktivierungskonstanz

1. Material und Methode
 - Patientengut, klinische Befunde
 - Ablauf der Testuntersuchung, visuelle und auditive Diskriminationsaufgabe
2. Registrierung mittels Polygramm von
 - Fehlerzahl und Reaktionszeiten
 - Okulomotorik und Muskelaktivität
 - Elektroenzephalogramm
3. Auswertung des Polygramms

III. Ergebnisse

1. im Leistungstest
2. der Reaktionszeiten
3. der physiologischen Parameter
 - Okulomotorik
 - Gesichtsmotorik
4. des Elektroenzephalogramms
 - visuelle Analyse
 - Spektralanalyse

Diskussion

I. Interpretation der Teilergebnisse

1. Leistungstestergebnisse der

- a) Kontrollgruppe
- b) von Gruppe 1
- c) von Gruppe 2

2. Reaktionszeit-Ergebnisse

3. Ergebnisse bei der Messung physiologischer Parameter

- a) Okulomotorik
- b) Gesichtsmotorik
- c) Elektroenzephalogramm

II. Interpretation des Gesamtergebnisses

Bedeutung verschiedener Leistungsmuster bei unterschiedlichem Aktivierungsgrad für das Organische Psychosyndrom

1. Darstellung gruppenspezifischer Leistungsmuster

- a) bei unseren Untersuchungen
- b) bei anderen Autoren

2. Korrelation von Leistungsergebnis und Aktivierungsgrad

- a) theoretischer Hintergrund
- b) praktische Anwendung bei der Interpretation unserer Leistungstestergebnisse
- c) Hinweis anderer Autoren auf diese Korrelation

3. Bedeutung bestimmter Aktivierungsstufen

- a) für die 2 Psychosyndrom-Varianten
- b) für das Ausmaß der morphologischen Schädigung

III. Diskussion unseres methodischen Vorgehens

Aktivierungsmessung als Bereicherung des diagnostischen Instrumentariums

Nachteile konventioneller Methoden

Vorteil unserer Untersuchungsmethode

IV. Schlußfolgerungen

Mehrdimensionale Diagnostik als Voraussetzung für individuelle Leistung

Sonderklassen für hirnnorganisch leistungsgeminderte Kinder

Untersuchungen zur Aktivierungskonstanz bei Kindern
mit posttraumatischer Hirnleistungsschwäche

Mit zunehmender Verkehrsdichte steigt die Zahl der Unfälle auf unseren Straßen und damit auch die Zahl der Verletzten. Statistiken zeigen, daß Kinder prozentual am häufigsten betroffen sind, unter ihnen wieder die Altersgruppe zwischen 5 und 10 Jahren. Vergleicht man Ursachen und Schweregrad verschiedener Krankheitsbilder im Kindesalter, so nehmen Verkehrsunfälle einen gewichtigen Platz ein. Im Jahre 1973 z.B. erlitten 69 000 Kinder einen Verkehrsunfall, 20 000 wurden schwer verletzt, 1 783 starben und ca. 10 000 behielten einen Dauerschaden zurück (Süddeutsche Zeitung 22.10.75 Nr. 55). Brüche und Weichteilverletzungen lassen sich in der Regel exakt diagnostizieren, sie verheilen im Kindesalter relativ gut, und möglichen Komplikationen kommt man diagnostisch wie therapeutisch gut bei. Eine schlechtere Prognose haben Schäden nach Schädel-Hirn-Traumen; wobei gerade sie an erster Stelle aller posttraumatischen Unfallfolgen stehen.

Ziel der klinisch-chirurgischen Behandlung in der akuten posttraumatischen Phase ist vorerst die somatische Wiederherstellung. Ob die Kinder aber zum Zeitpunkt der Klinikentlassung auch psychisch gesund sind, ob sie in der Schule wieder voll leistungsfähig werden, und ob sie geistig den Stand wieder erreicht haben wie vor dem Unfall, bleibt oft fraglich.

1. Symptomatik des organischen Psychosyndroms

Schon im Jahre 1938 befaßte sich FAUST (1938) mit Dauerschäden nach Schädel-Hirn-Traumen bei Kindern und Jugendlichen. Er fand bei seinen Patienten eine herabgesetzte geistige Leistungsfähigkeit, die er in dem Begriff "traumatische Hirnleistungsminderung" zusammenfaßte. Damit knüpfte er an den Begriff von POPPELREUTER (1917) an, der nach dem ersten Weltkrieg erwachsene Hirnverletzte untersucht hatte, und die Symptome, die er noch Jahre nach der Verletzung fand, in dem Begriff der "Hirnleistungsschwäche" zusammenfaßte.

FAUST erwähnt im einzelnen verminderte Ausdauer, Angst bei Verhaltenswechsel, Unstetigkeit mit auffallend starker Stimmungs labilität, allgemeine Verlangsamung, A n t r i e b s s t ö r u n g , erhöhte Ermüdbarkeit bei geistiger Anstrengung und erhebliche Herabsetzung der Konzentrationsfähigkeit.

Eingehende und differenzierende Beschreibungen der psychischen Symptomatik verfaßten in den vergangenen Jahren KLEINPETER (1971) und LANGE-COSACK (1973). Beide hatten über Jahre hinweg in Rostock bzw. Berlin 487 bzw. 251 traumatisierte Kinder beobachtet und u. a. auch deren psychische Spätbefunde analysiert. KLEINPETER faßt die Wesensänderung im Rahmen des psychoorganischen

Allgemeinsyndroms in zwei abgrenzbaren Erscheinungsbildern zusammen:

- 1) Syndrom der verstärkten Unruhe
- 2) Syndrom des Antriebsmangels

LANGE-COSACK möchte besonders das "komplexe Zusammenspiel von psychischer und motorischer Enthemmung" betont wissen, wobei sie ein allmähliches Abklingen der motorischen Komponente bei fortbestehendem unkontrollierten psychischem Verhalten feststellen konnte.

1972 stellte KINZEL eine Übersicht über die literarische Produktion zum Thema "irreversibles psychisches Defektsyndrom nach Hirntrauma" zusammen. Er versuchte, aus einer Stichprobe von 24 Autoren die beschriebenen Symptome quantitativ zu ordnen und daraus ein Gruppenporträt zu zeichnen: "Die zentralen Veränderungen betreffen den Gefühlsbereich", verminderte Affektkontrolle, Reizbarkeit, Labilität wurden beschrieben; und vor allem der "Verlust eines mehr elementaren Vermögens, Energie, Ausdauer und vitaler Reserven." Leistungsstörungen im engeren Sinne - sie betreffen die Gedächtnisfunktionen, sowie Aufmerksamkeit und Konzentration - treten demgegenüber zurück.

Wir gehen davon aus, daß die oft beschriebenen Leistungsstörungen bei traumatisierten Kindern in enger Korre-

lation stehen mit diesem Verlust an "Energie und vitalen Reserven". Ihre Aktivierung, d.h. die Ausdauer und Energie, die sie in einer länger dauernden Leistungssituation brauchen, kann durch das SHT herabgesetzt sein.

In der vorliegenden Arbeit möchte ich unsere
UNTERSUCHUNGEN ZUR AKTIVIERUNGSKONSTANZ BEI KINDERN
MIT POSTTRAUMATISCHEM PSYCHOSYNDROM MIT HIRNLEISTUNGS-
SCHWÄCHE im Rahmen eines Hirndauerschadens darstellen,
wobei zwischen leichter und schwerer Schädigung unter-
schieden wird.

2. Begründung des Themas

- a) Die oben erwähnten Beschreibungen von Klinikern zeigen, daß Veränderungen im Antrieb ein zentrales Problem der traumatisierten Kinder sind.

Wenn wir nun gerade die Aktivierung dieser Kinder untersuchen wollen, so erfassen wir damit eine physiologische Größe, die ihren Ursprung vermutlich in dem unspezifischen aktivierenden retikulären System der formatio reticularis hat, - und die durch Exzitation und Inhibition komplexer neuronaler Subsysteme moduliert wird - . Die Aktivierung bzw. "Aktivation" oder "drive" kann nach BERLYNE (1969) als ein energiespendender Faktor verstanden werden, der den Gesamtlevel der Aktivität heben - oder auch senken kann.

Nach DUFFY (1962) ist diese Aktivation meßbar. Die Schwankungen der Aktivation sind mittelbar in vielen Formen zu beobachten:

In der Frequenz und Amplitude des EEG-Rhythmus, im Hautwiderstand, im Reflextonus, im Muskeltonus, in der Herzfrequenz, der Reaktionszeit etc.

- b) In der Literatur, aber auch bei der Anamnese der von uns befragten Eltern, fanden wir oft Angaben, die auf Leistungsstörungen der traumatisierten Kinder

hinwiesen. Leistungsschwächen können herkömmlichen psychologischen Untersuchungs- und Testmethoden jedoch entgehen, wenn die Leistung nicht sequentiell über Zeit erfaßt wird, und wenn Leistung nicht zur zentralen Aktivierung in Beziehung gesetzt wird. Gerade beim leichter traumatisierten Kind können Kompensationsmechanismen gleichwohl vorhandene Störungen verdecken, sodaß zwischen anamnestischen Angaben und konventionellem Untersuchungsbefund eine Diskrepanz entsteht, die nur durch verfeinerte Untersuchungsmethoden zu beseitigen ist. Um für diese diagnostische Problemsituation die Untersuchungsmethoden vor allem auch im Hinblick auf leichtere posttraumatische Hirnfunktionsstörungen zu erweitern und zu verbessern, führten wir die Registrierung physiologischer Parameter in eine spezielle Leistungstestung ein.

II. Ausgangsbasis unserer Untersuchungen - Patientengut

1975 stellte BERGLAR (1973) Daten über alle Kinder zusammen, die im Jahre 1973 wegen eines Unfalls in Münchner Kinderkliniken stationär behandelt wurden. Anhand von Krankengeschichten und Überwachungsbögen der Intensivstationen wurden u.a. Art des Unfalls und der Schädigung, Dauer der posttraumatischen Bewußtlosigkeit, Alter beim Unfall, Symptome eines

organischen Psychosyndroms etc. festgehalten und zusammen mit MARTINIUS (1973) vergleichend ausgewertet.

Es stellte sich heraus, daß von allen 750 verletzten, stationär aufgenommenen Kindern 50 ein mittelschweres oder schweres gedecktes SHT erlitten hatten. Nach Altersvergleich blieben noch 14 zehn- bis elfjährige Patienten übrig, die also im Alter von durchschnittlich acht Jahren ein SHT erlitten hatten.

Wenn diese Kinder nun zwei Jahre nach ihrem Unfall von uns nachuntersucht wurden, so war das zu einem Zeitpunkt, an dem die spontanen Reparationsvorgänge des Gehirns als weitgehend abgeschlossen gelten dürften. Da die Dauer der Bewußtlosigkeit als Indikator für die Schwere des SHT anzusehen ist (TÖNNIS, FROHWEIN, 1963), teilen wir die Restgruppe der 14 Kinder nochmals in:

- Gruppe 1 Kinder mit weniger als vier Tagen Bewußtlosigkeit
- Gruppe 2 Kinder mit fünf bis maximal 17 Tagen Bewußtlosigkeit

Beide Gruppen wurden mit einer Kontrollgruppe altersgleicher gesunder Kinder verglichen.

1. Material und Methode

a) Klinische Befunde des Patientenguts

Die folgenden klinischen Befunde wurden durch Krankengeschichte, anamnestische Angaben und neurologische Untersuchung erhoben.

Tabelle 1: Übersicht über wichtige klinische Befunde
bei den Probanden der Untersuchungsgruppen.

Gruppe	n	Alter		Befund vor Unfall n/n	Dauerd. Bewußt- losigkeit in Tagen		Posttraumat. Psychosyndrom n/n	Neurolog. Befunde n/n
		$\bar{x}$	σ		$\bar{x}$	σ		
Kontr.	7	10.8	1.3	-	-	-	-	-
1	7	11.0	1.4	1/7	2.3	1.5	4/7	3/7 (+)
2	7	10.0	1.4	3/7	10.2	5.8	7/7	7/7 +

Gruppe 1 bestand aus 8 Jungen im durchschnittlichen Alter von 11,0 Jahren bei einer Standardabweichung von = 1,4 Jahren. Bei einem Kind hatte die Mutter über einen verzögerten Geburtsverlauf berichtet, weshalb ein leichter, schon vor dem Unfall bestehender Gehirnschaden nicht völlig auszuschließen war. Die durchschnittliche Bewußtlosigkeit hatte bei diesen Kindern 2,3 Tage ($s = 1,5$) betragen, drei Kinder zeigten zum Zeitpunkt der Unter-

suchung noch neurologische Befunde in Form von Koordinationsstörungen und leichten Reflexdifferenzen. Bei vier Kindern wurden Symptome eines leichten posttraumatischen Psychosyndroms berichtet.

Gruppe 2 bestand aus zwei Mädchen und fünf Jungen mit einem Durchschnittsalter von 10,0 Jahren ($s = 1,4J$). Bei drei Kindern enthielt die Anamnese Hinweise auf mögliche zerebrale Vorschäden.

Die Dauer der durchschnittlichen Bewußtlosigkeit war 10,2 Tage ($s = 5,8 \text{ Tg.}$). Alle sieben Probanden waren zur Zeit der Untersuchung mit Koordinationsstörungen und leichten Paresen neurologisch auffällig, ebenso wurde bei allen über Symptome eines organischen Psychosyndroms berichtet.

Unter der Gruppe 2 befand sich ein monozygoter Zwilling, dessen Bruder wir als Proband der Kontrollgruppe mit testen konnten.

Die Kontrollgruppe bestand aus zwei Mädchen und fünf Jungen im durchschnittlichen Alter von 11,0 Jahren ($s = 1,4J.$)

b) Ablauf der Untersuchung

Die Kinder wurden zusammen mit ihrer Mutter zur Untersuchung einbestellt. Es wurde jeweils eine eingehende Anamnese erhoben, eine neurologische Untersuchung und

die psychometrische Testung nach Kramer durchgeführt.

Bei der Anamnese wurde besonders Wert gelegt auf Angaben zum Geburtsverlauf, vorhergehenden Unfällen, zu vorherbestehender motorischer Auffälligkeit oder geistiger Leistungsschwäche und auf Angaben zur genauen Dauer der Bewußtlosigkeit. Letztere sollten die Angaben aus den Klinikjournalen über den damaligen Bewußtseinszustand der Kinder absichern, um die Eingruppierung der Probanden als mutmaßlich leichter oder schwerer Geschädigte nochmals zu überprüfen. Wichtig bei der Anamnese erschienen uns auch Klagen der Mutter über Auftreten motorischer Unruhe oder psychische Wesensveränderung oder über einen Abfall der schulischen Leistungen nach dem Unfall. Nach dem Interview wurde die Mutter gebeten, ihr Kind zu vereinbarter Zeit nach der Leistungstestung abzuholen.

c) Beschreibung der experimentellen neurophysiologischen Untersuchung

Der Leistungstest bestand in einer visuellen und in zwei sich jeweils wiederholenden auditiven Diskriminationsaufgaben. Sie waren von den Kindern kontinuierlich zu bearbeiten, insgesamt über einen Zeitraum von 30 Minuten.

Die Bearbeitung und Beantwortung der Aufgaben war zuvor mit den Probanden soweit geübt worden, daß sie sie beherrschten.

Visuelle Diskriminationsaufgabe:

Im Einzelnen lief der Leistungstest folgendermaßen ab: In einem abgedunkelten Raum wurden 50mal mittels Diapositiven die verschiedenen Seiten eines Würfels - also eine bestimmte Anzahl Punkte - tachistoskopisch 10 msec. lang dargeboten. Die Versuchspersonen saßen in einem bequemen Sessel und hatten bei Erscheinen einer Zahl so schnell als möglich 1 x auf einen an der Sessellehne montierten Knopf zu drücken. Bei der Zahl 4 mußte der Knopf 2 x gedrückt werden.

Auditive Diskriminationsaufgabe:

Durch einen Lautsprecher hinter sich hörten die Kinder im Abstand von 5 msec. in unsystematischer Reihenfolge jeweils einen hohen und einen tiefen Ton. (Insgesamt waren es 60 Töne.) Es galt, bei den hohen Frequenzen 2 x, bei den tiefen 1 x zu drücken.

Diese relativ monotonen Aufgaben von 5 Minuten Dauer wurden einmal wiederholt, um die Konzentrationsfähigkeit zu belasten.

Nun bekamen die Kinder vom Tonband eine sich wiederholende Wortserie kurzer Wörter, wie Haus, Bank, Kahn etc. (insgesamt 60 Worte) vorgespielt, wobei sie jeweils 1 x, aber bei dem Kennwort "Tor" 2 x das Knöpfchen drücken mußten. Auch dieser Aufgabenblock von 5 Minuten wurde wiederholt.

2) Messung der physiologischen Parameter (Abb. 1)

a) Polygramm zur Registrierung der Fehlerzahl und Reaktionszeiten

Während des ganzen Versuchs schrieben wir ein Polygramm auf dem Polygrammschreiber EPS 12 der Firma Schwarzer. Mittels DC-Einschüben wurden die gestellten Aufgaben und die dazugehörigen Antworten in Form von Gleichstromimpulsen, die jeweils den Beginn von Stimulus und Antwort als Rechteckimpuls markierten, registriert. Aus der Differenz der Impulse von Stimulus und Antwort bestimmten wir die Reaktionszeit.

b) Das Elektrookulogramm

Durch seitlich und unterhalb der Orbita montierte Elektroden konnten wir Potentialschwankungen bei Augenbewegungen und Blinzelschlägen der Probanden im Polygramm als elektrischen Impuls festhalten.

c) Das Elektromyogramm

Entsprechend hatten wir submental zwei Elektroden befestigt, um Muskelaktivität im unteren Gesichtsbereich zu registrieren.

d) Elektroenzephalogramm

Schwerpunkt des Tests lag in der kontinuierlichen

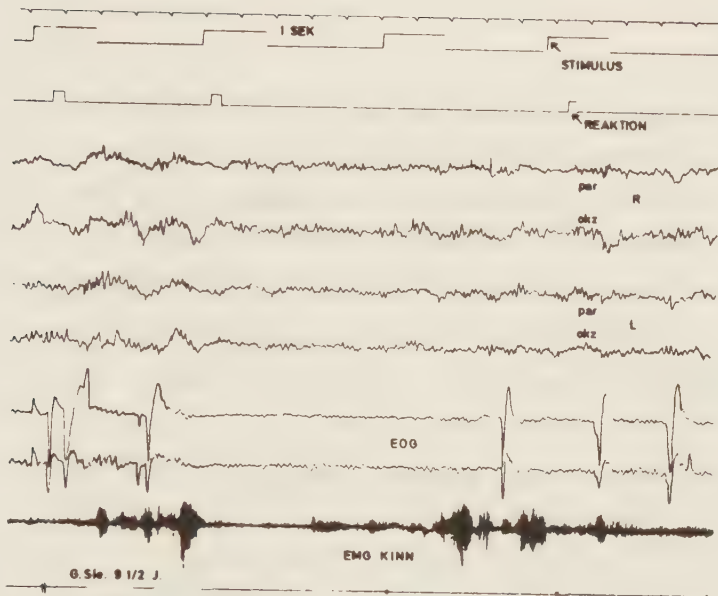


Abb. 1: Polygramm zur Messung der physiologischen Parameter

Zeile 1 : Dargebotener Stimulus

Zeile 2 : Reaktion des Probanden

Zeile 3-6: Elektroenzephalogramm { Rechts parietal und occipital
Links parietal und occipital

Zeile 7+8: Elektrookulogramm

Zeile 9 : Elektromyogramm, d. h. Muskelbewegungen im Gesichtsbereich

Ableitung des EEGs während der gesamten Versuchsdauer von 30 Minuten. Über neun jeweils zentral, parietal und occipital beidseits fixierte Elektroden wurden die Hirnströme zunächst in Ruhe, anschließend während der Leistungssituationen abgeleitet und fortlaufend auf Magnetband gespeichert.

3. Vorgehen bei der Auswertung des Polygramms

a) Bei jedem Probanden stellten wir die Zahl der Stimuli fest, die in Form eines Rechteckimpulses auf dem Polygramm beantwortet war. Die Zahl der beantworteten Reize pro Teilaufgabe wurde in Prozent zur Gesamtzahl aller Stimuli der Teilaufgabe gesetzt. Bei beispielsweise drei Auslassungen unter 60 zu beantwortenden Stimuli war 95 % der Teilaufgabe bearbeitet. (Quantität der Leistung)

b) Fehlerzahl

Da festgelegt war, welche Stimuli mit einfachem bzw. doppeltem Knopfdruck zu beantworten waren, konnte anhand eines Muster leicht die Fehlerzahl festgestellt werden. Sie wurde prozentual zu den jeweils insgesamt bearbeiteten Aufgaben (Ergebnis aus a) berechnet. (Qualität der Leistung)

c) Reaktionszeit

Auf dem Polygramm wurde der Abstand vom Beginn des Rechteckimpulses durch den Stimulus bis zum Beginn des Impulses durch den Antwort-Knopfdruck vermesen. Bei einem Papiervorschub von 15 mm/sec. entsprach 1 mm einer Zeit von 66 Millisekunden.

Pro Gruppe und Aufgabenteil wurden aus allen einzelnen Reaktionszeitwerten der sieben bzw. acht Probanden der Gruppendurchschnittswert und die Standardabweichung errechnet und graphisch dargestellt.

Das Elektrookulogramm

Das Elektrookulogramm wurde visuell nach folgender grobschematischer Unterteilung analysiert:

Ziffer 1 entspricht 1 - 5 Blinzelschläge pro min.

Ziffer 2 entspricht 5 - 10 Blinzelschläge pro min.

Ziffer 3 entspricht 10 und mehr Blinzelschl. / min.

Bei jedem Probanden wurde pro Aufgabenteil der Durchschnittswert der Blinzelschläge mit einer Genauigkeit von einem Hundertstel errechnet.

Die Werte wurden nach Aufgabenteil und Gruppenzugehörigkeit zusammengestellt.

Zum Vergleich der Durchschnittswerte in den einzelnen Aufgabenteilen wurde mit den Einzelergebnissen jeder Gruppe in den nacheinanderfolgenden Aufgabenteilen der

Wilcoxon-matched-pairs-signed-ranks-test (Siegel 1956) gerechnet. Dadurch konnte die Signifikanz von Zu- oder Abnahme der Okulomotorik zwischen Teil 1 und 2, bzw. Teil 2 und 3 usw. geprüft werden.

Zum Vergleich der beiden Gruppen wurde mit den Ergebnissen jedes Aufgabenteils der einen Gruppe und denen der anderen Gruppe der Mann-Whitney-U-Test eingesetzt.

Das Elektromyogramm

wurde in ähnlicher Weise visuell analysiert:

Ziffer 1 entsprach tonischer Muskelaktivität über 20 sec.

Ziffer 2 entsprach phasischer Muskelaktivität mit 1
bzw. 2 Muskelzuckungen in Form eines
Spikes auf dem Polygramm pro 20 sec.

Ziffer 3 entsprach 3 und mehr Spikes pro 20 sec.

Durchschnittswerte wurden wieder mit einem Hundertstel Genauigkeit berechnet und für jeden Probanden nach Aufgabenteil und Gruppenzugehörigkeit zusammengestellt.

Zum intraindividuellen Vergleich in einer Gruppe wurden die Werte der 5 Aufgabenteile im Wilcoxon-matched-pairs-signed-ranks-test verglichen, wodurch sich signifikante Zu- oder Abnahme der motorischen Aktivität zwischen den einzelnen Testteilen verdeutlichen ließ.

Zum Vergleich der drei Gruppen wurde mit den einzelnen Durchschnittswerten pro Aufgabenteil wiederum der

Mann-Whitney-U-Test gerechnet, um signifikant höhere bzw. niedrigere Muskelaktivität einer Gruppe in einem Aufgabenteil zu ermitteln.

Das Elektroenzephalogramm

- 1) wurde zunächst visuell nach folgendem Schlüssel analysiert:

Ziffer 1 entspricht überwiegend der Theta-und Delta-Mischaktivität

Ziffer 2 entspricht dem Vorkommen mehrerer Alpha-gruppen pro Polygrammseite

Ziffer 3 entspricht überwiegender Alpha-Aktivität

Es wurde festgestellt, wie oft pro Teilaufgabe die einzelnen Ziffern in einer Gruppe vorkamen, d. h. die Häufigkeit jeder Ziffer innerhalb einer Gruppe und Teilaufgabe wurde durch einfache Addition ermittelt. Die Ergebnisse wurden miteinander verglichen. Einzelwerte der Gruppenmitglieder blieben unberücksichtigt.

- 2) Das Elektroenzephalogramm wurde auch mittels Spektralanalyse aufgeschlüsselt:

Die auf Magnetband gespeicherten EEG-Daten wurden unter Einsatz eines PDP 11/10 Laborrechners automatisch analysiert. Das hierzu verwendete Analysesystem wurde eigens im MPI für Psychiatrie entwickelt

nach den Prinzipien der sogenannten Spektralanalyse. Autospektren wurden nach FFT (Fast Fourier Transform) für Epochen von jeweils 2.56 sec. Ableitungsdauer berechnet und danach Mittelwerte für 23 Spektren (= 1 Min. Ableitedauer) gebildet.

Als dominante Alpha-Frequenz wurde jener Bereich innerhalb des Alphabandes (7.5 - 12.5 Hz) bezeichnet, der die größte spektrale Intensität aufwies.

III. Ergebnisse

1) Ergebnisse im Leistungstest (s. Abb. 2 und 3)

Im Folgenden bezeichnen wir die optische Diskriminationsaufgabe als Aufgabe 1, die Tondiskriminationsaufgabe als Aufgabe 2, bzw. deren Wiederholung als Aufgabe 3; die Wörterdiskriminationsaufgabe und deren Wiederholung als Aufgabe 4 bzw. 5.

- a) Die Kontrollgruppe bearbeitete Aufgabe 1 zu 97,4 % Aufgabe 2 und 3 zu 100,0 %, bzw. 99,0 % und Aufgabe 4 und 5 zu 98,6 % bzw. 98,3 %. An Fehlern wurden bei Aufgabe 1 1,3%, bei Aufgabe 2 und 3 1,7 % bzw. 1,9 % und bei Aufgabe 4 und 5 0,7 % bzw. 1,2 % gemacht.
- b) Gruppe 1 bearbeitete 87,5 % von Aufgabe 1, 97,5 % bzw. 97,5 % von Aufgabe 2 und 3, und 95,0 % bzw. 95,4 % von Aufgabe 4 und 5. Fehlerquoten lagen bei 7,0 %, 2,1 %, 2,8 %, 2,6 % und 1,9 %.
- c) Gruppe 2 bearbeitete 94,9 % der Aufgabe 1, 94,3 % bzw. 92,4 % von Aufgabe 2 und 3 und 91,4 % bzw. 78,6 % von Aufgabe 3 und 4. Die Fehlerquote von Aufgabe 1 bis 5 lag bei 14,0 %, 11,3 %, 4,9 %, 13,0 %, 13,0 %.

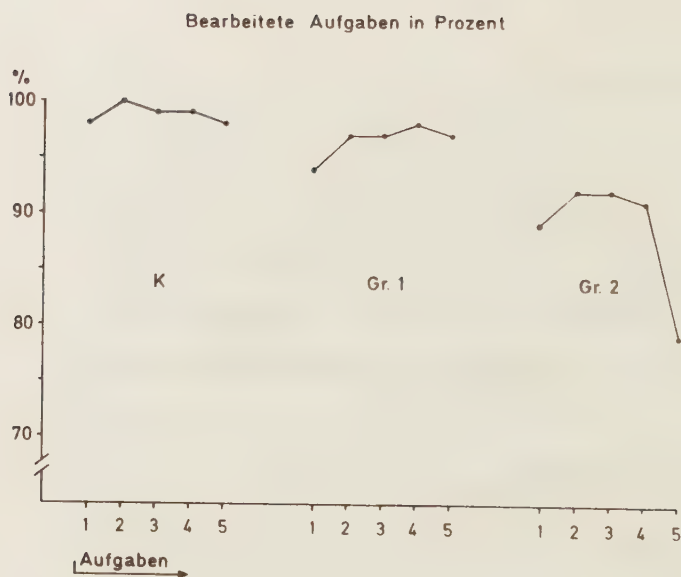


Abb. 2: Quantität der Leistung über mehrere Aufgaben
(Kontinuität).

K = Kontrollgruppe

Gr.1 = Verletzte

Gr.2 = schwer Verletzte

Fehler in Prozent

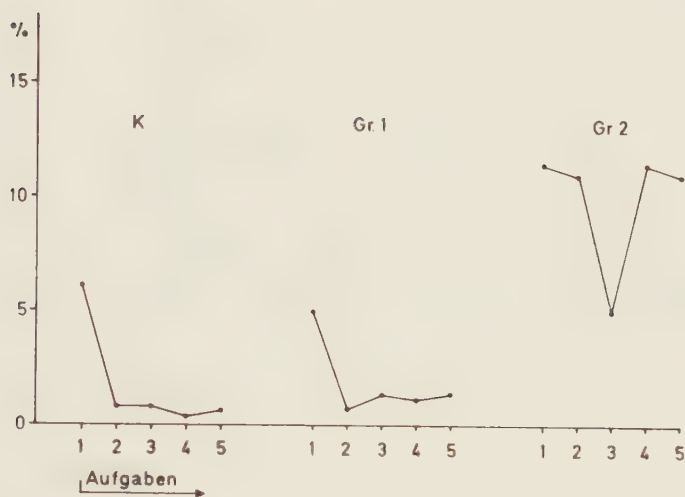


Abb. 3: Qualität der Leistung, ausgedrückt als Fehlerhäufigkeit. Gruppenbezeichnung wie in Abb. 2

Die Werte 3,3, 5,8, 10,8, 9,2 und 22,4% als Abweichung von den durchschnittlich bearbeiteten Aufgaben zeigen eine weitaus größere Streubreite an, als die Standardabweichungen zwischen 3,5 und 6,1% von Gruppe 1, bzw. 1,5 und 3,5% von Gruppe 1.

Auch der Streubereich der Fehlerquoten zwischen 3,3 und 16% ist weiter als der zwischen 1,2 und 3,0% bei Gruppe 1 oder der Kontrollgruppe.

Durchschnittliche Reaktionszeiten und Standardabweichungen

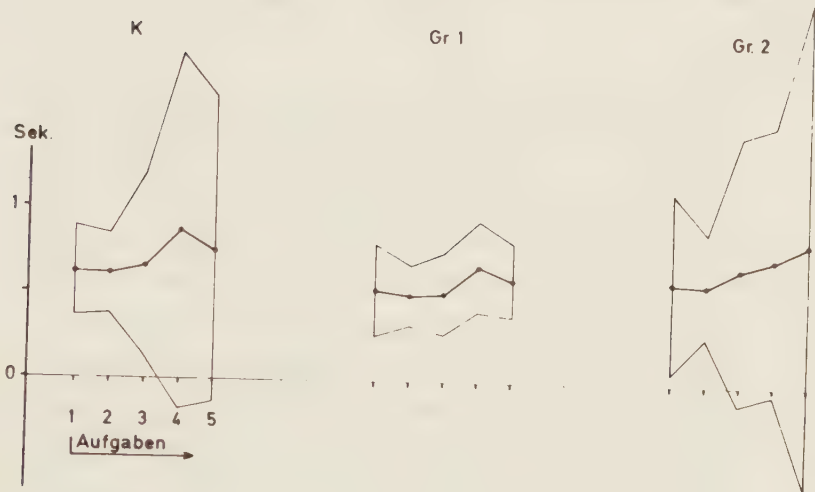


Abb. 4:

2. Ergebnisse der Reaktionszeiten

Die Probanden der Kontrollgruppe beantworteten die gestellten fünf Aufgaben in 9,4, 9,2, 9,9, 13,1 und 11,3 Sekunden. (Durchschnitt)

Die Probanden von Gruppe 1 reagierten in 8,0, 7,6, 7,8, 10,2 und 9,0 Sekunden, die Probanden von Gruppe 2 in 9,0, 8,8, 10,3, 11,2 und 12,6 Sekunden.

Die Standardabweichung der Kontrollgruppe lag im Bereich von 3,5 bis zu 15,6 und die der Gruppe 2 lag im Bereich von 4,6 bis zu 21,5 Sekunden vom Mittelwert. Die Standardabweichung von Gruppe 1 nur zwischen 2,7 und 4,1 Sekunden.

3. Ergebnisse der Messungen physiologischer Parameter

a) Okulomotorik (s. Abb. 5)

Entsprechend unserer oben beschriebenen Rangskala in Ziffer 1 - 3 konnten wir bei den Probanden der Kontrollgruppe durchschnittliche Potentialschwankungen der Augenbewegungen von 1,31, 2,15, 2,22, 2,01 und 2,12 bei Aufgabe 1 - 5 registrieren. Statistisch signifikante Schwankungen der Okulomotorik konnten wir durch einen Vergleich der Einzelergebnisse jedes Probanden bei einer Aufgabe mit den Ergebnissen der folgenden Aufgabe, also mit Hilfe des Wilcoxon-matched-pairs-signed-ranks-test, feststellen. Es ergab sich ein signifikanter Anstieg der Okulomotorik zwischen Aufgabe 1 und 2 bei der Kontrollgruppe und bei Gruppe 1 (Signifikanzlevel = 0,025), weiterhin ein Abfall der EOG-Werte zwischen Aufgabe 3 und 4 (= 0,025) bei der Kontrollgruppe und ein Anstieg der Potentialschwankungen durch Augenbewegungen bei Gruppe 1 zwischen Aufgabe 4 und 5. Bei Gruppe 1 und 2 wurden mehr Blinzelschläge als bei der Kontrollgruppe registriert. Die Differenz der Werte war jedoch nicht groß genug, um mit dem Mann-Whitney-Test signifikante Unterschiede der Okulomotorik zwischen den drei Gruppen feststellen zu können. (Werte von p liegen zwischen 0,159 und 0,478).

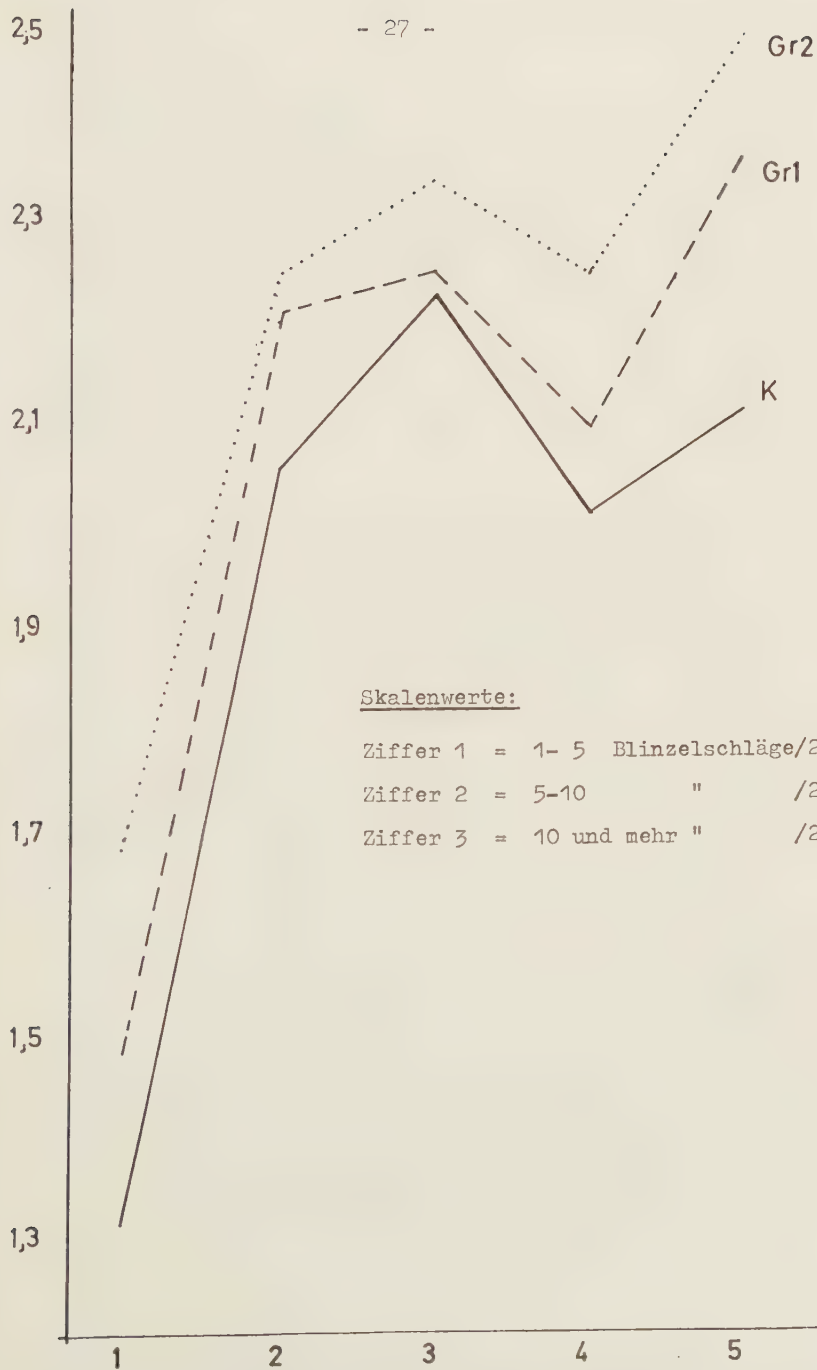


Abb.5 Durchschnittliche EOG-Werte während Leistungstestteil 1-5

b) Gesichtsmotorik bzw. EMG (s. Abb. 6)

Die EMG-Durchschnittswerte auf unserer Rangskala ergaben für die Kontrollkinder Werte von 1,36, 1,43, 1,74, 1,60 und 1,69 während der Aufgaben 1 - 5. Die Kinder aus Gruppe 1 erzielten Werte von 1,53, 1,98, 2,09, 1,97 und 2,28. Die schwerer geschädigten Kinder von Gruppe 2 Werte von 1,26, 1,26, 1,56, 1,40 und 1,61.

Ein signifikanter Unterschied konnte im Wilcoxon-Test nur für die Zunahme der Motorik der Kontrollgruppe zwischen Aufgabe 2 und 3, und für einen Anstieg der Motorik von Gruppe 2 zwischen Aufgabe 4 und 5 ($p = 0,025$) gezeigt werden.

Die Ergebnisse im Mann-Whitney-Test belegen die signifikant höhere EMG-Aktivität von Gruppe 1 im Vergleich zu Gruppe K bzw. zu Gruppe 2, und zwar bei Aufgabe 2 und 5 ($p = 0,041$ bzw. $0,068$).

4. Ergebnisse der physiologischen Parameter im EEG

a) Visuelle Analyse (Tab. 7 und Abb. 7 a-c)

Bei der Ermittlung der Häufigkeit der drei Ziffern unseres dargestellten Analyse-Schlüssels stellte sich heraus, daß über alle Aufgaben hinweg das EEG-Muster von Gruppe 1 überwiegend mit Ziffer 3 bezeichnet wurde und zwar 9, 43, 47, 51, 52 mal in

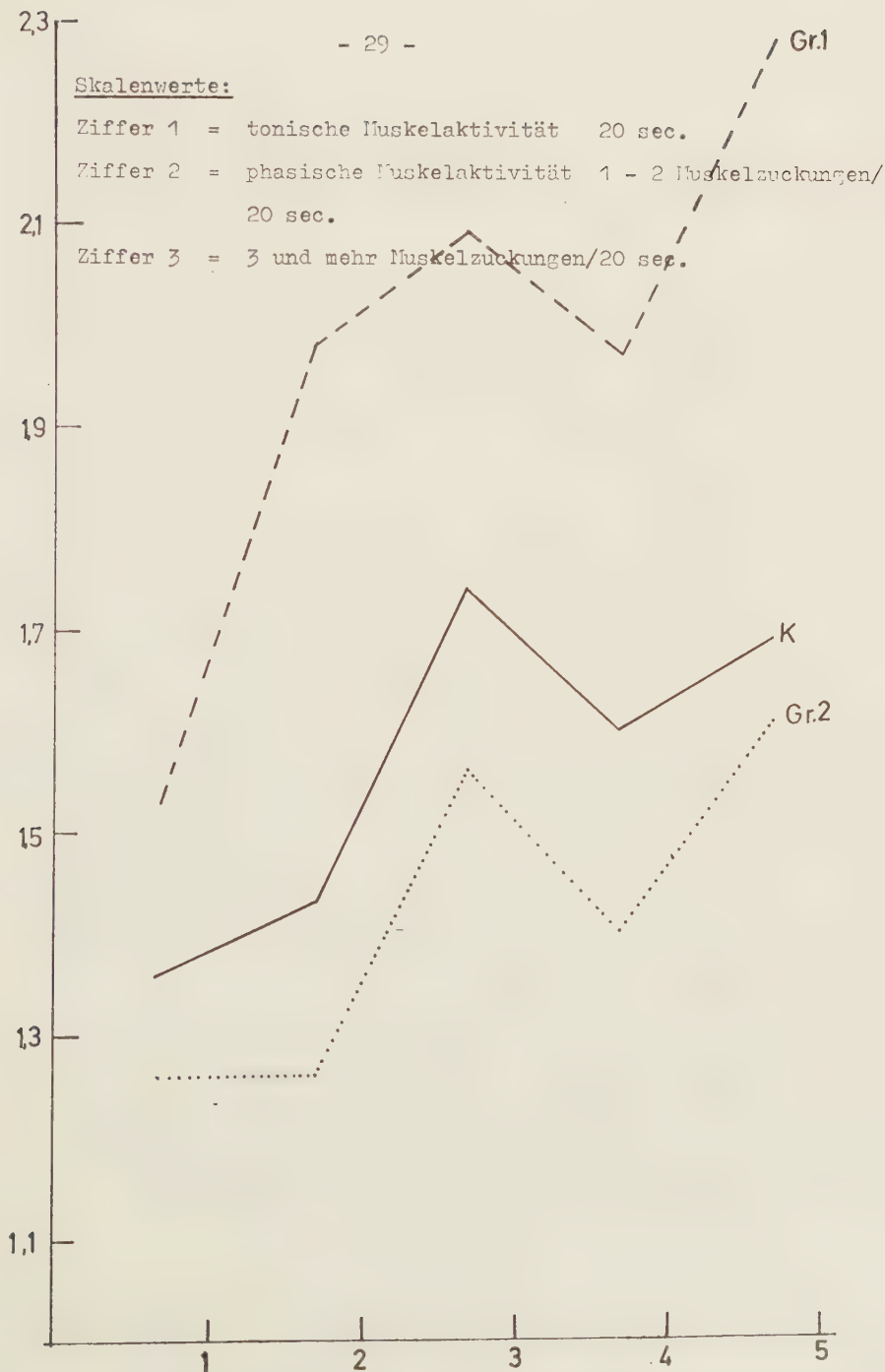


Abb. 6 Durchschnittliche EMG-Werte während der 5 Leistungstestteile
 "EMG" = Bewegung im Gesichtsbereich

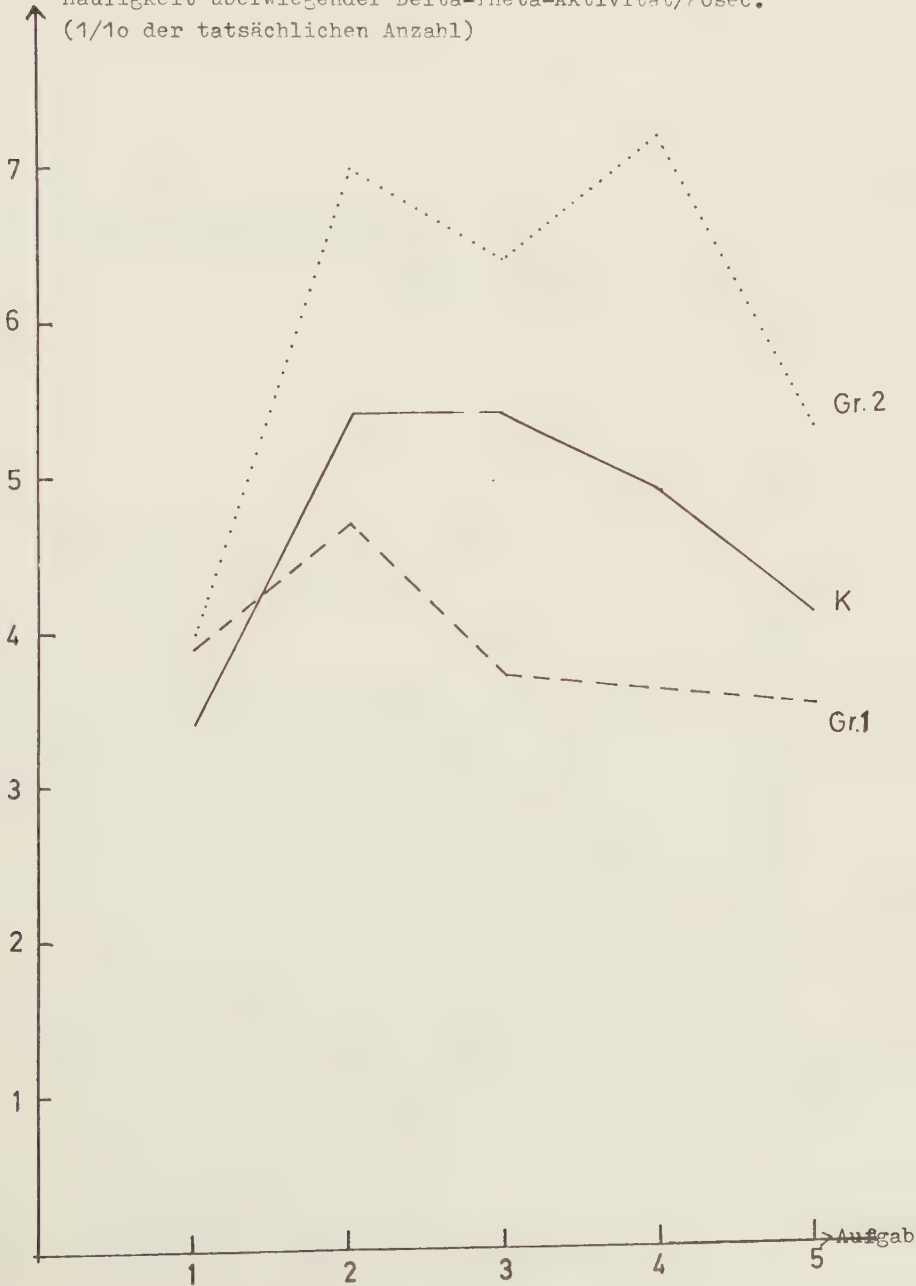
Aufgabe 1 - 5. Im Vergleich dazu erschien Ziffer 3 als EEG-Bezeichnung 2, 5, 9, 5, 10 mal bei der Kontrollgruppe und 1, 4, 7, 3, 12 mal bei Gruppe 2.

Bei Gruppe 2 dagegen häufte sich das Vorkommen von Ziffer 1, nämlich 40, 70, 64, 72, 53 mal im Vergleich zur Häufigkeit von Ziffer 1 mit 34, 54, 54, 49 und 43 maligen Erscheinen bei der Kontrollgruppe und einem Vorkommen von 39, 47, 37, 36 und 35 bei Gruppe 1.

Bei Vergleich der dargestellten Werte fällt die weit- aus stärkere Tendenz von Gruppe 2 zu Ziffer 1 auf, während bei der Kontrollgruppe sich die Häufigkeit von Ziffer 1 (34,54,54,49,43) und Ziffer 2 (22,46,43, 39,50) in etwa die Waage halten. Anhand des oben beschriebenen EEG-Schlüssels läßt sich daraus interpretieren, daß das EEG-Grundmuster der mutmaßlich leichter Geschädigten in Gruppe 1 überwiegend von rascheren Frequenzen, bzw. von Alpharhythmus, bestimmt war. Die Häufigkeit dieser Frequenzen nimmt sogar von Teilaufgabe zu Teilaufgabe linear zu.

Die schwerer geschädigten Probanden aus Gruppe 2 dagegen tendieren im Vergleich zu Gruppe 1 zu überwiegend langsamen Frequenzen, d.h. zu Delta/Theta-Mischaktivität in ihrem EEG-Muster, während die Kontrollkinder eine gewisse Mittelstellung einnehmen.

Häufigkeit überwiegender Delta-Theta-Aktivität/20sec.
(1/10 der tatsächlichen Anzahl)



visuelle EEG-Analyse
Abb.7a überwiegend Delta-Theta Aktivität im EEG

Häufigkeit überwiegender Alpha-Gruppen
(1/10 der tatsächlichen Anzahl)

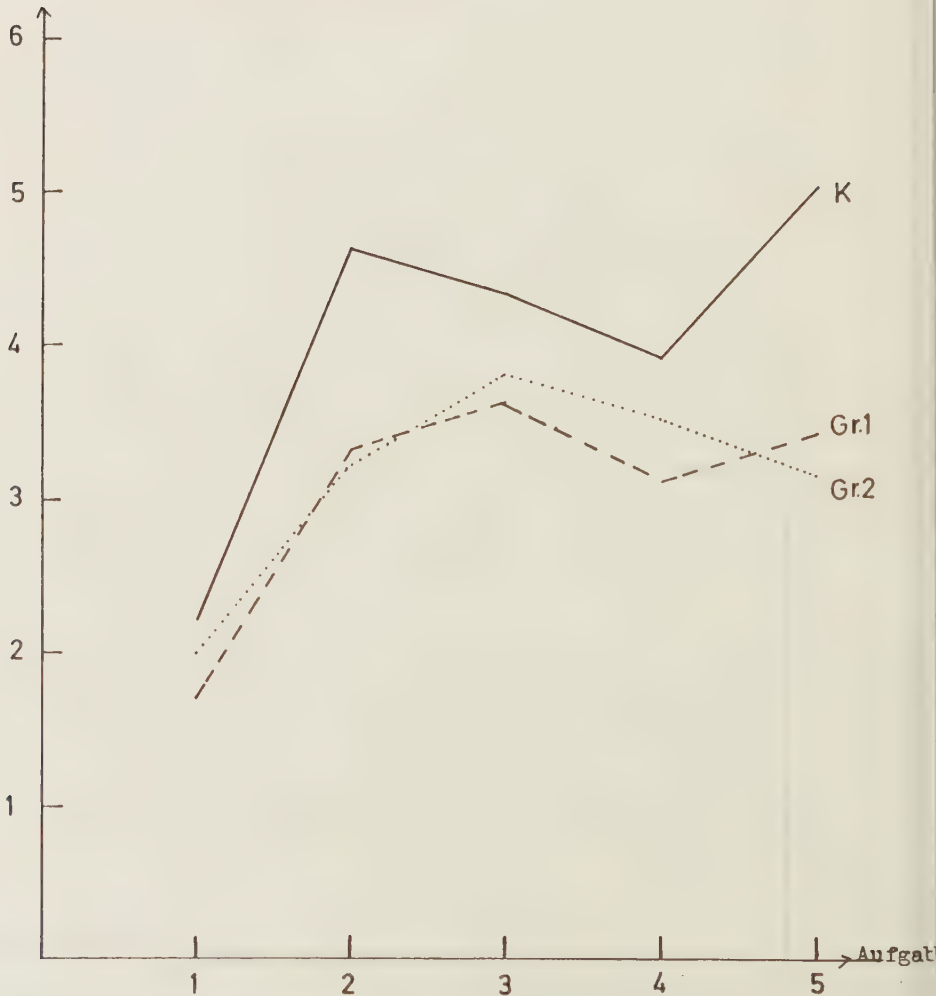
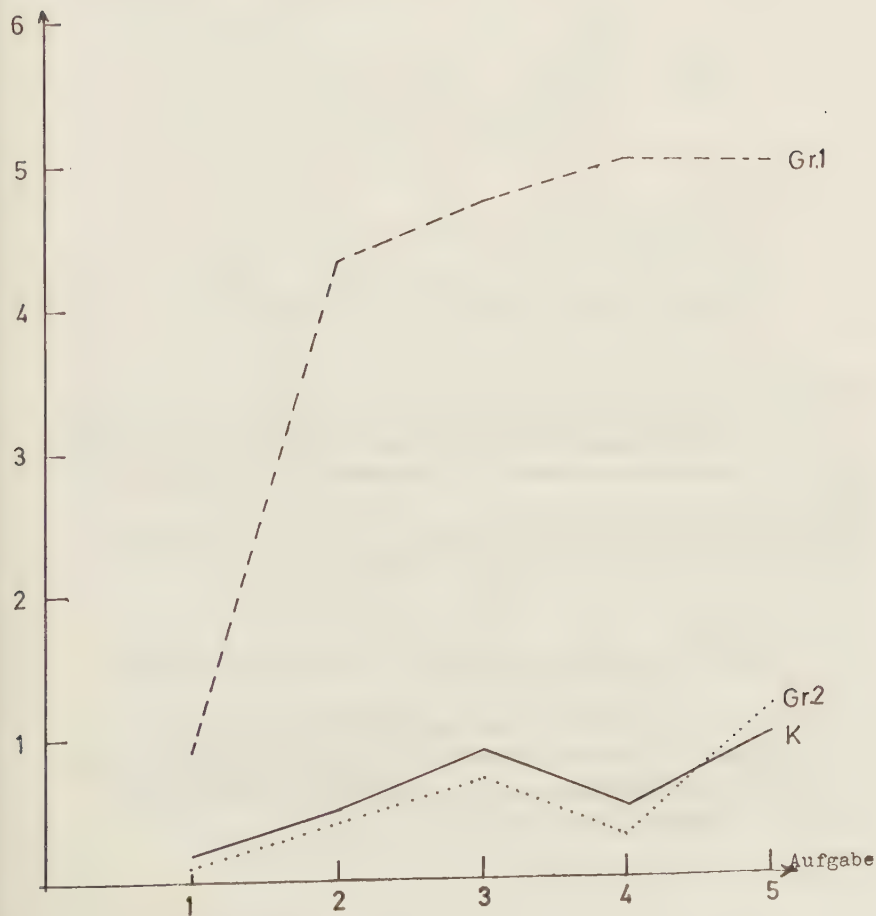


Abb.7b visuelle EEG-Analyse
überwiegend Alpha-Gruppen im EEG

Häufigkeit überwiegender Alpha-Aktivität
(1/10 der tatsächlichen Anzahl)



visuelle EEG-Analyse

Abb. 7c überwiegend Alpha Aktivität

Dominante Alpha-Frequenz u. Intensität ($\bar{x}$)

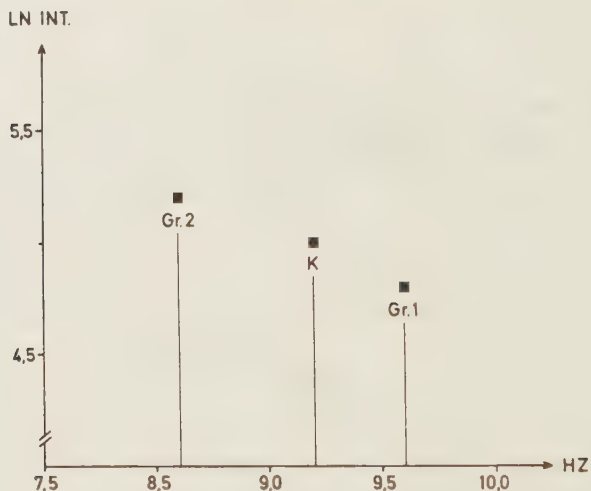


Abb. 8:

Durchschnittswerte für dominante Alpha-Frequenz- und -intensität in den 3 Probandengruppen; rechts occipital. Zugrundegelegt wurden sämtliche während der 25 minütigen Ableitesituation ermittelten Spektren.

Der Frequenzunterschied zwischen Gruppe 1 und 2 ist statistisch signifikant. ($p < 0,01$, Mann-Whitney-U-Test)

Spektralanalyse

Dieser Trend wird durch die Ergebnisse der Spektralanalyse bestätigt:

Abbildung 8 veranschaulicht, daß bei Gruppe 1 die dominante Alpha-Frequenz bei 9,6 Hz, die Gruppe 2 dagegen bei 8,6 Hz liegt, während die Kontrollgruppe mit 9,2 Hz ihrer dominanten Alpha-Frequenz dazwischen liegt.

Diskussion

I. Interpretation der Teilergebnisse

Da unsere Probanden eine sorgfältige, aber zahlenmäßig sehr begrenzte Auswahl darstellen, können unsere Ergebnisse nicht dazu dienen, allgemein gültige Aussagen zu machen. Es lassen sich jedoch Schlüsse ziehen, die für die Einschätzung posttraumatischer Leistungsschwächen Verbesserungen bringen können.

1. Leistungstestergebnisse

- a) Das Leistungstestergebnis der Kontrollgruppe beweist uns zunächst, daß unser Aufgabenniveau für die Altersklasse keineswegs zu hoch war. Relativ große Auslassungs- und Fehlerzahlen bei der optischen Diskriminationsaufgabe beobachteten wir bei allen drei Gruppen. Deshalb wollen wir sie als Eingewöhnungsschwierigkeiten interpretieren. Wichtiger scheint uns festzustellen, "daß eine Gruppe gesunder, zehnjähriger Kinder durchaus in der Lage ist, wenigstens 30 Minuten lang mit gleichbleibender Aktivierung und konstant guter Aufmerksamkeit zu arbeiten, d.h. fehlerfrei, bzw. mit guter Leistung." (MARTINIUS, 1977) Diese Tatsache scheint in der Diskussion um Ursachen von Schulleistungsstörungen bei Pädagogen und Ärzten noch nicht genug bekannt zu sein. (ERHARD, 1975)

- b) Die Leistungstestergebnisse von Gruppe 1, also der mutmaßlich leichter Hirngeschädigten, hat uns insofern Überrascht, als diese Kinder nur zwischen 2 - 3% weniger der gegebenen Reize als die Kontrollkinder beantworteten und ihre Fehlerzahl nur um ca. 1% höher lag. Auch in ihrer Arbeitskonstanz können sie sich mit ihren gesunden Vergleichspartnern messen: Bearbeiten sie doch bis zuletzt 95% der gestellten Aufgaben bei abnehmender Fehlerzahl.
- c) Wie die Ergebnisse zeigen, beantworteten die schwerer Geschädigten im Verlauf des Tests zusehens weniger Stimuli bei relativ hoher Fehlerzahl. Hierin dokumentiert sich deutlich ihre Hirnleistungsschwäche. Weiterhin fielen die vergleichsweise hohen Standardabweichungen der Werte von Gruppe 2 auf.

Sie deuten auf die große Inhomogenität der Gruppenmitglieder, die uns allerdings schon durch die klinischen Befunde bekannt war; schwankte doch die Devuſtlosigkeitsdauer der Einzelnen zwischen 5 und 17 Tagen.

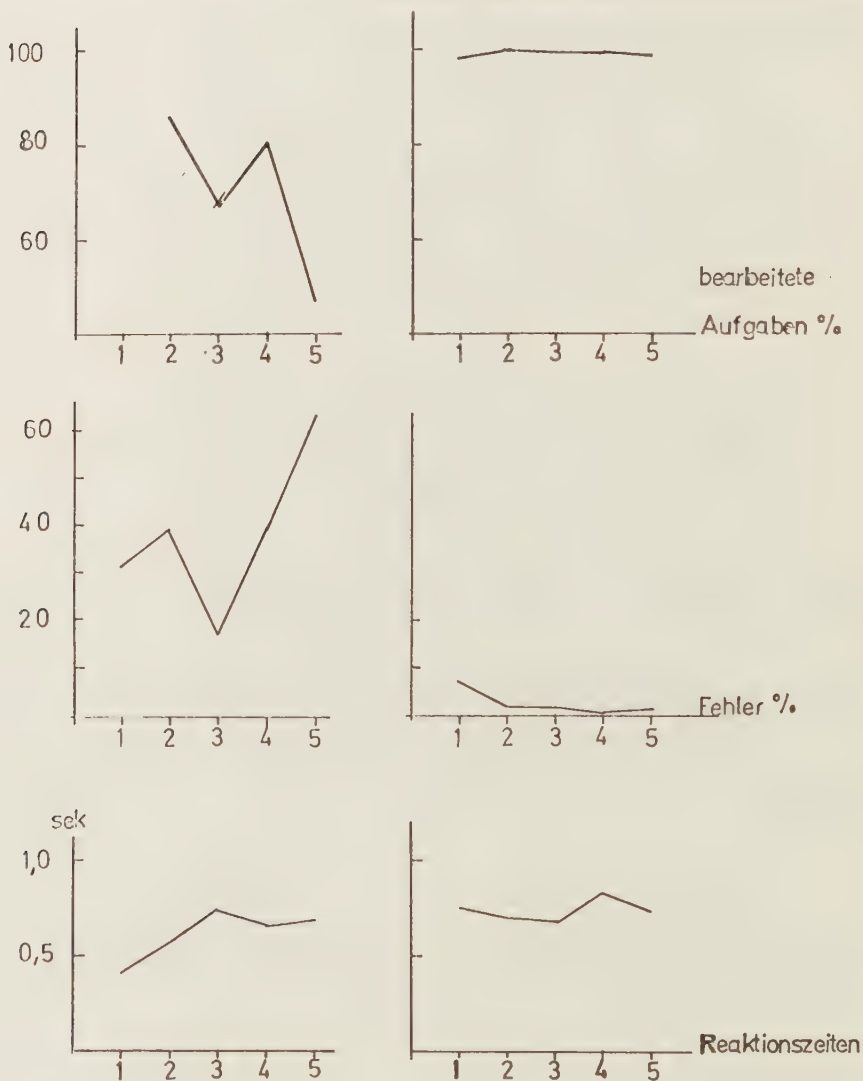
Da wir die Ergebnisse des Tests aber mit der Frage nach spezifischem Leistungsverhalten von leicht- und schwerer Hirngeschädigten betrachten

wollen, greifen wir den Patienten mit den schlechtesten Leistungen - und mit einer Bewußtlosigkeitsdauer von 17 Tagen - als Extrembeispiel heraus und vergleichen seine Ergebnisse mit denen der Kontrollgruppe.

Beispielsweise bearbeitete er bei Aufgabe 2 und 3 15,2 bzw. 33,3% der gegebenen Reize nicht und von Aufgabe 4 und 5 20,0 bzw. 63,6% bei einer Fehlerquote, die mit 39,2, 17,5, 39,6, 63,6% bis zum Testende hin deutlich anstieg. (Abb. 10)

Durch diese Zahlen wird uns die Tendenz deutlich, die sich schon bei den Gruppenwerten der schwerer Geschädigten angezeigt hatte: wenn bei Aufgabe 1 und 2 zunächst 94%, bei Aufgabe 5 aber nur noch 78% der Anforderungen erfüllt werden, so deutet das darauf hin, daß die schwerer geschädigten Kinder in einer kontinuierlichen Leistungssituation nach 10 - 15 Minuten erfolgreicher Arbeit die Grenze ihrer Belastbarkeit erreicht haben und danach ihre Leistung sich rasch verschlechtert.

ABB.10 Vergleich: Ergebnisse des schlechtesten Probanden aus Gruppe 2
mit durchschnittlichen Kontrollgruppen-Ergebnissen



2. Interpretation der Reaktionszeitergebnisse

- a) Die Werte zeigen uns, daß die Reaktionszeiten bei allen 3 Gruppen mit der Versuchsdauer zunehmen. Am langsamsten reagierten alle Probanden durchschnittlich bei der Beantwortung der Wörter-Diskriminationsaufgabe, die unseres Erachtens auch am schwierigsten war.
Es fällt auf, daß bei der Wiederholung dieser Aufgabe, also bei Testteil 5, die gesunden und mutmaßlich leicht geschädigten Kinder wieder schneller reagierten, da ihnen die Aufgabe nun vertraut zu sein scheint, während die schwerer geschädigten Kinder bei der Wiederholung noch langsamer reagierten. Ihr Leistungsvermögen scheint mit zunehmender Testdauer - analog zu den Ergebnissen des Leistungstests - weiter abzunehmen.
- b) Zum anderen sehen wir, daß alle drei Gruppen im Mittel ähnlich schnell reagieren, ja daß sogar die Probanden aus Gruppe 1 und 2 etwas kürzere Reaktionszeiten hatten, als die der Kontrollgruppe.
- c) Auffällig erscheint uns die Betrachtung der Variabilität in ihren Reaktionszeiten zunehmend unregelmäßig werden, arbeiten die vermutlich leicht Verletzten mit auffallend konstanter Geschwindigkeit,

also mit mutmaßlich durchgehend hoher Konzentration, um letztlich dasselbe wie die Gesunden zu erreichen.

2. Interpretation der Ergebnisse der physiologischen Parameter

- a) Wenn wir das Ausmaß der Okulomotorik in Korrelation zur Aktivierung bringen wollen, so können wir die im Vergleich zu Aufgabe 2 bzw. 5 niedrige Okulomotorik bei Aufgabe 1 und den signifikanten Abfall der Okulomotorik bei Aufgabe 3 als Hinweise auf Höhepunkte der zentralen Aktivierung verstehen. Bei allen Gruppen unterscheiden sich die Okulomotorik-Werte zwischen Aufgabe 1 und 2, und zwischen Aufgabe 1 und 5 um ca. eine Rangziffer, d.h. daß im Verlauf des Leistungstests die Blinzelschläge um ca. 5 pro Minute zunehmen.

Falls wir wiederum eine umgekehrt reziproke Korrelation zwischen Okulomotorik und zentraler Aktivierung annehmen, so würde das für eine Abnahme der zentralen Aktivierung während des Testverlaufs sprechen.

Auch wenn sich aus den Rangziffern der Okulomotorik keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei

Gruppen belegen lassen, könnte doch die graphische Darstellung der EOG-Mittelwerte in Abb. 5 darauf hindeuten, daß die Probanden der Kontrollgruppe am entspanntesten zu arbeiten scheinen, da der Kurvenverlauf ihrer Okulomotorik-Werte am niedrigsten liegt.

b) Gesichtsmotorik

Die signifikante Erhöhung der motorischen Aktivität zwischen Aufgabe 2 und 3 und 4 und 5 deutet darauf hin, daß die Kinder jeweils bei einer Wiederholungssituation motorisch unruhiger werden. Ihre geistige Anspannung dagegen könnte parallel dazu nachlassen. Die Kinder glauben, die gestellte Aufgabe richtig begriffen zu haben und perfekt zu lösen; das monotone Knopfdrücken beginnt ihnen langweilig zu werden - deshalb werden sie unruhig und zappelig. Die vergleichsweise niedrige Muskelaktivität bei Aufgabe 1 und der relativ schweren Teilaufgabe 4 könnte dagegen als Hinweis auf gute Konzentration bei einer relativ hohen Aktivierungsstufe verstanden werden.

In den signifikant unterschiedlichen Werten der motorischen Aktivität zeichnet sich ein gruppenspezifisches Verhalten ab, was auch deutlich aus der graphischen Darstellung der Mittelwerte in

Abb. 6 zu sehen ist: Die Gruppe der mutmaßlich leicht Geschädigten tendiert zu weitaus mehr phasischer Motorik als die Kontrollgruppe, wogegen die schwerer geschädigten Probanden sich motorisch ruhiger und gedämpfter verhalten.

Einen Interpretationshinweis für dieses zunächst unerwartete Ergebnis geben uns Beobachtungen von KLEINPETER (1971) über die Korrelation von Antriebsänderung und Schweregrad des Hirntraumas.

Nach Verlaufsbeobachtungen von 183 Kindern mit posttraumatischem organischem Psychosyndrom im Alter von 1 - 15 Jahren konnte sie feststellen, daß Unruhe und Reizbarkeit bei leichteren Fällen relativ häufiger in Erscheinung treten als bei schweren. Zum anderen korreliert das Syndrom der Antriebsarmut und Verlangsamung eindeutig mit dem Schweregrad des Traumas: Bei 54% ihrer Patienten mit Schweregrad III trat es auf, dagegen nur bei 11% mit Schweregrad I. In diesem unterschiedlichen motorischen Verhalten, das wir auch bei unseren Kindern in Abhängigkeit des Schweregrads ihres Traumas wiederfinden, spiegeln sich Symptome der beiden Spielarten des posttraumatischen Psychosyndroms wieder, die uns noch in der späteren Diskussion beschäftigen werden.

c) Physiologische Parameter im EEG

Mit den visuell analysierten EEG-Werten zeichnet sich ein weiterer wichtiger Hinweis auf ein gruppenspezifisch verschiedenes Arbeitsmuster von hirnleistungsschwachen Kindern ab. Da die Korrelation von EEG-Grundmustern mit Verhaltens- bzw. Aktivierungszuständen hinlänglich bekannt ist und wir deshalb die dominanten Frequenzen als Aktivierungsparameter interpretieren können, finden wir in unseren Ergebnissen eindeutig ein gruppenspezifisches Aktivierungsmuster während des Leistungstests:

Im Vergleich zu den gesunden Kontrollkindern arbeiten die leichter Verletzten mit deutlich erhöhter zentraler Aktivierung, die schwerer Geschädigten aber mit vermindelter Aktivierung.

Die Werte der durchschnittlichen spektralen Intensität, die in Abb. 8 graphisch dargestellt sind, unterstützen unsere oben formulierte Hypothese gleichermaßen:

Bei Gruppe 1 sind die langsamen Delta- und Theta-Frequenzen signifikant weniger, die rascheren Beta-Frequenzen aber weit mehr vertreten;

Bei Gruppe 2 dagegen überwiegen die langsamen Frequenzen im Delta- und Theta-Bereich.

Diese summarischen Feststellungen für die beiden Gruppen lassen sich teilweise auch am Einzelbeispiel zeigen; nämlich am Vergleich von EEG-Ausschnitten der beiden monozygoten Zwillinge in Ruhe und während der Testung.

Der verunglückte Zwillingsbruder F. war zwar fünf Tage lang bewußtlos gewesen, zeigte sich aber in seinem Leistungsverhalten vollkommen kompensiert, sodaß er uns eher als "Prototyp" der Gruppe 1 erschien.

In Abb. 11 finden wir bei F. eine deutliche Verringerung der langsamen Frequenzbereiche zugunsten der häufiger vertretenen raschen Frequenzen.

Obwohl man bei monozygoten Zwillingen eine völlige Übereinstimmung der EEG-Spekten zu erwarten hätte - wie es DUTERMUTH (1965) und VOGEL (1965) nach eingehenden Untersuchungen dargestellt haben - , differieren die EEG-Grundmuster unserer Zwillinge genau in derselben Weise wie die Grundmuster von Gruppe 1 und Kontrollkindern.

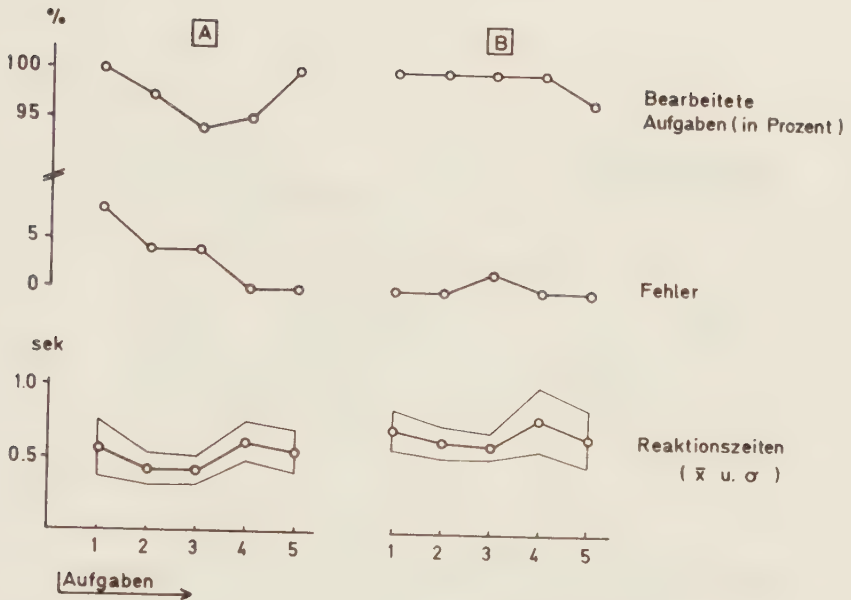
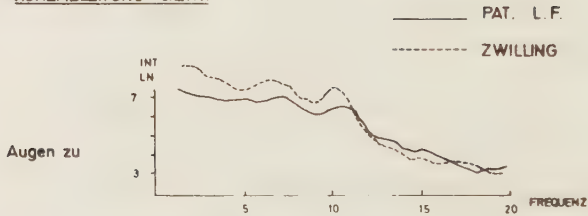


Abb. 9:

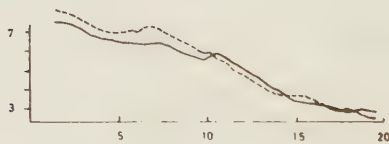
Leistungstestergebnisse zweier monozygoter Zwillingebrüder.

A: Verunglückter Bruder F.; im Leistungsverhalten voll kompensiert. "Prototyp" der Gruppe 1.

RUHEABLEITUNG okz. R.



Augen auf



TEST (25.min)

Augen auf

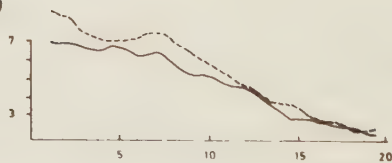


Abb. 11:

Gemittelte Autospektren (Power Spektren) für die monozygoten Zwillinge L.F. und L.Th. während zweier Ruhe- und Testsituationen. Erkennbar ist neben der mangelnden Übereinstimmung die etwas höhere spektrale Intensität in den langsamen und mittleren Frequenzbereichen bei dem gesunden Zwilling.

II. Interpretation des Gesamtergebnisses

Zu Anfang haben wir die zentrale Aktivierung als ein Hauptproblem der traumatisierten Kinder bezeichnet.

1. Als Ergebnis unseres Leistungstests finden wir den Trend zu einem gruppenspezifischen Arbeitsmuster, das sich in unterschiedlichen Reaktionszeiten, motorischem Verhalten und in verschiedener EEG-Grundaktivität darstellen.

a) Die leichter geschädigten Probanden können wie ihre gesunden Vergleichspartner ohne Leistungsabfall eine halbe Stunde konzentriert arbeiten, d.h. sie können qualitativ wie quantitativ annähernd gute Ergebnisse erzielen wie die Gesunden.

Dabei scheinen sie aber ihre vermutlich verminderte Leistungsfähigkeit mit erhöhtem Einsatz bewußt oder unbewußt zu kompensieren. Auf ihren vermehrten Energieeinsatz und ihre gesamte zentrale Überaktivierung deuten ihre kürzeren Reaktionszeiten, ihre verstärkte motorische Aktivität, und vor allem das gehäufte Auftreten hochfrequenter EEG-Grundaktivität und deren großen Intensität.

Die schwerer traumatisierten Kinder haben nach 5 - 10 Minuten ihr Leistungsmaximum überschritten und fallen in ihren Testergebnissen rapide ab:

Der Grund dafür scheint in ihrer zentralen Unteraktivierung zu liegen, für die neben ihrer geringen motorischen Aktivität und ihren langsamer werdenden Reaktionszeiten vor allem die niedrig frequente Hirnstrom-Grundaktivität sprechen.

Von dieser Ausgangsbasis aus interessiert uns die mögliche Bedeutung der verschiedenen Leistungsmuster bei unterschiedlichen Aktivierungsgraden im Gesamtzusammenhang des organischen Psychosyndroms.

Im Folgenden wollen wir versuchen, Leistungsmuster, Aktivierungsgrad und die klinischen Symptome des organischen Psychosyndroms beim Kind in Beziehung zu setzen.

- b) Zunächst erscheint die Feststellung wichtig, daß gruppenspezifische Leistungsmuster als Ergebnis von Untersuchungen traumatisierter Kinder kein Zufallsbefund sind. Mehrere Autoren hatten schon von der Möglichkeit leichter hirngeschädigter Kinder berichtet, sich in ihren Leistungen angepaßt und kompensiert zu verhalten.

Zwischen 1951 und 1965 sammelte FROHWEIN (1968) katamnestische Daten von 157 Patienten, die ein Schädel-Hirn-Trauma überlebt hatten und mehr als

zwei Tage bewußtlos waren. Im Hinblick auf eine Korrelation zwischen Bewußtlosigkeitsdauer und späterer Arbeitsfähigkeit berichtet er u. a. von 11 Kindern, die durchschnittlich vier Tage bewußtlos waren, später aber alle normale Arbeitsfähigkeit erreicht haben. Auch LAUX und BUES (1960) betonen bei ihren "auslesefreien Längsschnittuntersuchungen nach traumatischen Hirnschädigungen im Kindesalter" 1960 die relativ gute Prognose leicht Geschädigter. Symptome einer bleibenden Hirnleistungsschwäche zeigten nur 7% der Kinder mit initialem Schweregrad I, 14% mit Grad II, und 24% mit Schweregrad III.

LANGÉ-COSACK berichtete 1973 von nur 4,8% Restsymptomen bei Kindern, die nur bis zu 24 Stunden bewußtlos gewesen waren, allerdings von 66% Restsymptomen von Traumatikern mit einer Bewußtlosigkeitsdauer von 2 - 7 Tagen. Unser Ergebnis mit verschiedenen Leistungsmustern entsprechend der Schwere und der Dauer der initialen Bewußtlosigkeit deckt sich somit gut mit Untersuchungsergebnissen anderer Autoren.

2. Um zu verstehen, inwiefern die beschriebenen Leistungsmuster von dem jeweiligen Aktivierungsgrad des Probanden bestimmt wird, müssen wir zunächst theoretisch die Beziehung der beiden Begriffe "Aktivierung" und "Leistung" erläutern:

a) BERLYNE (1969) definierte Leistung als einen Arbeitsvorgang, nämlich als das beobachtbare Produkt des Prozesses der Informationsverarbeitung. Leistung sei ein Vorgang zwischen Wahrnehmung und Reaktion, dessen Ergebnis durch drei Faktoren bestimmt werde:

- durch die Intensität des Informationsflusses pro Sekunde
- durch den Grad, in dem der Informationsfluß beim Bearbeitenden selektiert werde
- durch die Zeit des Informationsflusses

Die Intensität des Informationsflusses und seine Selektierung wiederum hängen von der allgemeinen Aktivierung des Arbeitenden ab. Zwischen dem Basal-level der Aktivierung und dem Ausmaß an Antwort, also der Leistung, fand DUFFY (1962) eine kurvenlineare, umgekehrt u-förmige Beziehung. Bei besonders entspannter Körperlage, aber auch bei stärkster körperlicher Anstrengung registrierte sie einen signifikanten Abfall der Antworten, bei

mittleren basaler Aktivierungsschwelle aber den größten Anstieg der Aktivierung auf einen bestimmten Reiz hin.

- b) Beziehen wir diesen theoretischen Hintergrund auf die Testergebnisse unserer Probandengruppen, so wären die leicht geschädigten Kinder aus Gruppe 1 die hoch Aktivierten. Ihre Leistungs-Aktivierungs-Position könnten wir auf dem absteigenden Schenkel der U-Kurve darstellen; EEG-Frequenzen, Reaktionszeiten und Motorik weisen doch auf erhöhte Aktivierung hin, währenddem die Leistungsergebnisse etwas schlechter als die der Kontrollgruppe ausfallen.

Diese Hypothese würde uns auch eine Erklärung für das Symptom der raschen Ermüdbarkeit der traumatisierten Kinder bieten: Da sie mit erhöhtem Energieeinsatz arbeiten, ist ihre Leistungsfähigkeit von kürzerer Dauer, als bei Gesunden. Um sekundär neurotische Verhaltensstörungen dieser Kinder zu vermeiden, wäre es hilfreich, individuell bei jedem Kind die Dauer seiner Leistungs- bzw. Kompensationsmöglichkeit festzustellen. Da die leichter Geschädigten durch ihre guten Leistungsergebnisse ihrer Umgebung als gesund erscheinen, wird absinkende Aufmerksamkeit, oder früh auftretende Müdigkeit, von Eltern und Erziehern möglicherweise als Faulheit bewertet und mit neuen An-

forderungen beantwortet. LANGE-COSACK, NEVER-MAINI (1958)

Die Kinder können zwar die gestellten Aufgaben erfüllen, doch nur unter permanent hoher geistiger Anspannung. Negative Auswirkungen auf die Emotionalsphäre der Kinder liegen nahe.

GÖLLNITZ und THAUT (1962) konnten mit Hilfe des Maudsley-Persönlichkeitsfragebogens feststellen, daß encephalopathische Kinder sich auf der Neurose-skala nur mit 43% im Normalbereich bewegten, im Vergleich dazu die gesunden Kinder mit 78%.

"Neurotische Bereitschaft zeigten nur 13% der Normalkinder, aber 43% der Encephalopathen."

Bei der Gruppe der schwerer geschädigten Kinder dagegen, zeigt sich die mangelnde Leistungsfähigkeit offensichtlich, sodaß sich die Bezugspersonen leichter darauf einstellen können.

Im Leistungs-Aktivierungs-Diagramm könnten wir ihre Position entsprechend unseren EEG-Testergebnissen noch im aufsteigenden Teil der U-Kurve darstellen. Fallen doch ihre Leistungsergebnisse nach kurzer Zeit deutlich ab, da ihre Aktivierung nicht die Intensität der gesunden Kinder erreicht.

- c) Hinweise anderer Autoren auf die Korrelation zwischen Leistung und Aktivierung unterstützen unseren Interpretationsansatz.

MARTINIUS (1977) fand bei Vergleich gesunder, konzentrationschwacher und legasthenischer Schulkinder während einer experimentell festgelegten Leistungs- und Ruhesituation bei gleichzeitiger EEG-Ableitung folgendes:

"Aus den Testergebnissen war erkennbar, daß die Konzentrationschwachen die schlechtesten Ergebnisse brachten. Da diese Kinder gegenüber der Ruhesituation die geringste Änderung des EEG-Merkmals Synchronie zeigten, läßt sich bei ihnen auf eine mangelhafte, das Optimum nicht erreichende Aktivierung als begünstigender Faktor für ihr Leistungsdefizit schließen. Bei Legasthenikern hingegen läßt die Abnahme der Synchronie bei ebenfalls mäßiger Leistung an eine Überaktivierung denken."

GRAICHEN (1977) erörtert vom Blickpunkt der Teilleistungsschwäche aus die Bedeutung der zentralen Aktivierung für die Leistung. In der Abhandlung: "Faulheit, ein Symptom der Leistungsschwäche?" beschreibt er einen Jungen, der seine schlechten Schulergebnisse - bedingt durch eine Teilleistungsschwäche in Rechnen und Rechtschreibung - durch ein

höheres Aktivierungsniveau wettmachen müsse." Er hatte also bei Diktaten viel mehr Einzelentscheidungen zu treffen, also ein viel höheres Maß an Information zu bewältigen. Das aber zog automatisch ein höheres Aktivierungsniveau nach sich. Dieses überhöhte Aktivierungsniveau ist für die Bewältigung der gesamten Aufgaben jedoch nicht optimal und verschlechtert die Leistung weiter.

Auch GRÜNEWALD-ZUDERBIER beschrieb 1975 ähnliche Ergebnisse wie wir, nämlich bestimmte Leistungsmuster bei verschiedener zentraler Aktivierung, gefunden durch EEG-Ableitungen von hyperaktiven und nicht-hyperaktiven Kindern während verschiedener visomotorischer Aufgaben.

Die experimentellen Befunde von MARTINIUS und GRÜNEWALD weisen ebenso wie auch die theoretischen Überlegungen GRAICHENS, auf die Schlüsselfunktion der zentralen Aktivierung bei der Erklärung verschiedener Symptome hin: von motorischer Unruhe, Ermüdbarkeit, Konzentrationsschwäche, und auch von Teilleistungsschwächen wie Legasthenie.

3. Im Folgenden wollen wir zu klären versuchen, ob das Krankheitsbild des organischen Psychosyndroms und seine verschiedenen Symptome anhand der zentralen Aktivierung besser zu verstehen ist, ob also eine Korrelation bestimmter Aktivierungsstufen mit einzelnen Symptomen bestehen könnte.

a) Erinnern wir uns nochmals an die Symptombeschreibungen der traumatisierten Kinder:

LEMP (1964) erwähnte Hypermotorik und Konzentrationsstörungen, zwei voneinander unabhängige Symptome, die jedoch durch die gleiche übergeordnete zentrale Störung, nämlich die Reizüberempfindlichkeit, miteinander verbunden seien.

GÖLLNITZ (1972) nennt in einer Übersicht der "spezifisch hirnorganischen Symptomatik" sich widersprechende Verhaltensweisen: Antriebsüberschuß und Antriebslahmheit, Affektentladungen und Affektverarmung.

KLEINPETER (1971) konnte die Antriebssteigerung vor allem den leichteren Schädigungen zuordnen, einen Antriebsabfall eher den schweren, diffusen Schäden. Sie grenzte zwei Erscheinungsbilder der Wesensveränderung im Rahmen des psychoorganischen Allgemeinsyndroms nach Hirntraumen im Kindesalter voneinander ab:

- 1) "Das schon vielfach beschriebene Syndrom verstärkter Unruhe", das nach Schweregrad I und II gehäuft auftritt und die Altersgruppe zwischen 3 und 7 Jahren bevorzugt, und
- 2) "das Syndrom des Antriebsmangels mit Verlangsamung und Interessenlosigkeit", das besonders die schwer geschädigten und auch die älteren Kinder betreffe.

Analog dazu differenzierte LANGE-COSACK (1973) die "hirnorganische Hyperkinese mit Affektlabilität und Reizoffenheit" von dem seltener vorkommenden Bild des psychischen und motorischen Antriebsmangels bei schwerer Verletzten.

Bei unseren Untersuchungen konnten wir diese bisherigen rein klinischen Beobachtungen mithilfe physiologischer Parameter detailliert beschreiben und über einen längeren Verlauf hin darstellen.

Begriffe wie Reizoffenheit oder Affektlabilität stellen sich in unseren Befunden als hochfrequentes EEG-Grundmuster bei evtl. phasischer Muskelaktivität oder vermehrter Okulomotorik, Antriebsmangel als niederfrequentes EEG-Muster und dgl. dar.

Da die EEG-Grundaktivität selbst kleine Aktivierungsunterschiede verlässlich wiederzugeben scheint, MARTINIUS (1977), könnten unsere Ergebnisse der hoch-

und niederfrequenten EEG-Muster auf die Ursache der beiden dargestellten Varianten des organischen Psychosyndroms hinweisen.

Die schwerer geschädigten Kinder aus Gruppe 2 scheinen mit ihrer vergleichsweise niedrigen zentralen Aktivierung nur ein bestimmtes Maß an Außenreizen verarbeiten zu können, was auch schon RETT (1972) und REMSCHMID (1976) beschrieben haben. Unser Extrembeispiel aus dieser Gruppe, beantwortete nach 10 Minuten nur noch 70% der gegebenen Reize, die Reaktionszeit nahm ab, die Leistung verschlechterte sich. Auch klinische Beschreibungen wie Apathie, Antriebsmangel oder Hypomotorik würden zu dem niederfrequenten EEG-Muster passen.

Konzentrationsschwäche, Erregbarkeitssteigerung und Reizoffenheit dagegen würde mit vergleichsweise hochfrequentem EEG bzw. mit erhöhter Aktivierung korrelieren.

Wenn wir das Maß zentraler Aktivierung als entscheidende Dimension für den Schweregrad der post-traumatischen Hirnleistungsschwäche annehmen, würde das die weitere Frage aufwerfen, wieso durch ein Schädel-Hirn-Trauma gerade die Aktivierung betroffen sein soll.

b) Über eine Erklärung unterschiedlicher Aktivierungsmuster aus morphologischer Sicht läßt sich nur spekulieren. "Von Einzelfällen abgesehen wird der Pathologe nicht sagen können, wo in dem weiten Feld zwischen Anlage und Umwelt der strukturelle Schaden anzusiedeln ist und in welchem Umfang er das Bild der Persönlichkeit geprägt hat." (VEITH 1970) DUFFY hatte den Grad der Aktivierung als das Ausmaß beschrieben, in dem "potentielle Energie" freigesetzt wird, die im Gewebe des Organismus gespeichert war.

So liegt die Vorstellung nahe, daß bei einem Schädel-Hirn-Trauma besonders solche Strukturen geschädigt werden, die als aktivierendes retikuläres System der Formatio reticularis beschrieben ist. Diese vorwiegende Schädigung des Hirnstamms ließe sich wiederum durch einen Oedem- und Schwellungsmechanismus erklären: "Das Gehirn ist nicht nur durch das Oedem (bei Kindern) besonders gefährdet (HALLERVORDEN 1939), sondern es treten auch viel häufiger als bei Erwachsenen starke Hirnschwellungen auf (REICHHARDT 1911), sogar nach leichten Traumen ohne Bewußtlosigkeit. (LINDENBERG 1956) Weiterhin wird auf die im Kindesalter weitaus höhere Bedeutung sekundärer Gewebsveränderungen hingewiesen, die vor allem durch Gefäß-

kompression infolge der Hirnschwellung entstehen sollen. Sie führten besonders häufig im Hirnstamm von Zellausfällen bis zu ausgedehnten Nekrosen.

(SCHULZ 1971) konzipierte die Vorstellung, daß durch einen inadäquaten Reiz, z.B. durch ein Trauma, das Schlaf-Wachsystem, das im "ARS" lokalisiert sei, gestuft geschädigt werden können.

Auch Ergebnisse von EKELOWA-BAKALEJ (1973) und Mitarbeitern deuten in diese Richtung: Durch Ableitung von Nachtschlaf-EEGs 86 leicht hirngeschädigter Kinder konnte er auf eine Beeinträchtigung des oberen Hirnstamms hinweisen, die er wiederum in drei Stadien einteilte. Die Nachtschlafuntersuchungen ergaben, daß bei den verunglückten Kindern die Dauer der Tiefschlafstadien III und IV verkürzt würden zugunsten der oberflächlichen Schlafstadien I und II. Zugleich sei der REM-Schlaf deutlich verkürzt oder unterbrochen.

Würden diese Hinweise aus der Literatur durch zukünftige Untersuchungsergebnisse bekräftigt, so ließe sich eine Verbindung zwischen verschieden starker Hirnstammschädigung und entsprechendem Aktivierungsgrad bei traumatisierten Kindern herstellen.

III. Diskussion des methodischen Vorgehens

Für die betroffenen Kinder und ihre Kontaktpersonen sind die oben dargestellten Vermutungen allerdings nur von theoretischem Interesse.

Praktisch wichtig sind für sie Diagnosemöglichkeiten, um die Auswirkungen ihres Hirndauerschadens, nämlich ihre Leistungsschwäche, und ihre evtl. verminderte Aktivierungskonstanz exakt festzustellen, um die Anforderungen auf die Leistungsmöglichkeiten individuell einzustellen.

Durch die von uns dargestellte Methode der Aktivierungsmessung mit komplementärem Einsatz psychologischer und physiologischer Messungen haben wir das konventionelle diagnostische Instrumentarium erweitert, um auch latente, leichte Hirnschäden exakt zu erfassen.

Es existieren zwar eine Anzahl von Testverfahren, die zur Messung der Konzentrationsleistung entwickelt und verwendet wurden, doch erscheinen sie uns für eine genaue Diagnostik auch leicht Geschädigter nicht als ausreichend:

- 1) "Die verschiedenen Konzentrationsteste erfassen je nach Aufgabenart deutlich Verschiedenes, das sich kaum unter ein einheitliches Konzept "Konzentration" zusammenfassen läßt." (BARTENWERFER 1973) Unsere Untersuchungen dagegen messen nicht eine abstrakte Größe

"Konzentration", sondern z.B. die physiologische Größe EEG-Frequenz und Intensität, sodaß die Ergebnisse ohne Definitionsschwierigkeiten mit ähnlichen Untersuchungen zu vergleichen sind.

- 2) Die Mehrzahl der konventionellen Konzentrations-Verlaufs-Tests sind nach dem Durchstreichprinzip aufgebaut (Test nach DÜKER (1965), MEILI (1955), PAULI (1961), KLT (1973).

Dabei kann nach einer längeren Aufgabe nur jeweils das Endergebnis gewertet werden. Der Arbeitsvorgang selbst aber, der Aufmerksamkeitsverlauf, bleibt unberücksichtigt.

Unsere Probanden aus Gruppe 1 wären im Vergleich zu den gesunden Kindern bei einer herkömmlichen Testung gar nicht aufgefallen, da ihr Endergebnis in etwa dem der Gesunden entspricht.

- 3) Im Vergleich zu anderen Testmethoden ist unsere Untersuchung unabhängig von motorischen Fähigkeiten, von kognitiven Variablen oder von rechnerischer Intelligenz. Abhängigkeiten der Leistungsmenge von diesen Größen konnte SOMMER (1973) aufzeigen und damit die Relevanz verschiedener Leistungsteste anzweifeln.

Das Prinzip unserer Testmethode war für jedes Kind nach kurzer Einübung erfaßbar, sodaß für alle Kinder die gleiche Ausgangssituation bestand.

- 4) Durch die Registrierung physiologischer Größen läßt sich feststellen, ob ein schlechtes Testergebnis eventuell durch mangelnde Motivation oder eine emotionale Störung mitbedingt sein kann, oder ob es auf zerebraler Ursache beruht. Okulomotorik, Muskelmotorik und EEG-Veränderungen können differenzieren helfen. Somit bleibt unsere Untersuchungsmethode z.B. dem Einwurf weniger ausgesetzt, den DONY (1973) gegen den Benton-Test erhob: "Verhaltensgestörte bzw. emotional gestörte Kinder zeigen im Benton-Test offensichtlich ebenso häufig Leistungsstörungen wie hirngeschädigte Kinder."
- 5) Unser Untersuchungsergebnis zeigt uns für jedes Kind individuell das genaue Ausmaß der Leistungsbeeinträchtigung. Fehlerzahl, Reaktionszeit, EEG-Grundmuster usw. sind zu jedem Test-Zeitpunkt aus dem Polygramm abzulesen. Dadurch können wir nicht nur ein gruppenspezifisches, sondern auch ein Leistungsmuster jedes einzelnen Kindes während des Testes feststellen.

IV. Schlußfolgerungen

Für die Praxis ergibt sich aus dieser mehrdimensionalen Diagnose, daß Anforderungen von Eltern und Lehrern den entsprechenden Fähigkeiten und Grenzen der Kinder ange-

paßt werden können. So können "frühzeitig und gezielt vielseitige Hilfen zunächst bei Einzelbehandlung und Unterricht, später bei Gruppenbehandlung- und beschu- lung" eingesetzt werden, wie sie PAUL (1966) entsprechend seinen Erfahrungen bei der Nachbetreuung von 827 Kindern forderte.

GÖLLNITZ und KLEINPETER hatten früher schon die Problematik der traumatisierten Kinder erkannt und 1965 Sonderklassen für hirnnorganisch leistungsge- minderte verhaltensgestörte Kinder in Rostock einge- richtet. "Die Rückführung in die Normalschule er- folgt in der Regel nach drei Jahren, ohne für die Kinder Zeit- oder Leistungseinbußen zu bringen. Der Unterricht nimmt mit besonderer Anschaulichkeit, Methodenwechsel, kurze Entspannungspausen und Locke- rungsübungen auf die leichte Ablenkbarkeit und Ermüd- barkeit dieser hirngeschädigten Kinder Rücksicht." (RÖSLER, KLEINPETER 1976)

Pausen von 15-30 Minuten zwischen zwei Unterrichts- stunden, individuelle Betreuung im Unterricht und Mittagsruhe sollen den Kindern helfen, trotz ihres hirnnorganischen Schadens ohne Verhaltensstörungen oder neurotische Entwicklungen zu einem ebensoguten Schulleistungsergebnis zu kommen wie ihre gesunden Mitschüler. Die Einrichtung derartiger Sonderklassen für hirnnorganisch leistungsgeminderte Kinder ist die

logische Konsequenz der von uns dargestellten differenzierten und individuellen Diagnostik. Allerdings soll das Leben der traumatisierten Kinder nicht ausschließlich von individuell abgestimmten Leistungsanforderungen und speziellen Leistungstests bestimmt sein, sondern das Kind muß vielmehr besondere persönliche emotionale Zuwendung erfahren, um in seiner Persönlichkeitsentwicklung für sich und die Gesellschaft befriedigend rehabilitiert zu werden.

Zusammenfassung

Zwei Gruppen von 7 altersgleichen Kindern, die im Jahre 1973 ein mittelschweres oder schweres Schädel-Hirn- Trauma erlitten hatten und die in Münchener Kinderkliniken stationär behandelt worden waren, wurden 1975 nachuntersucht und in einem unkomplizierten Leistungstest von 45 Minuten Dauer getestet.

Neben Reaktionszeit und Leistungsergebnissen wurden physiologische Parameter wie Okulomotorik, Muskelaktivität und Hirnströme mittels Polygramm registriert und auf Band gespeichert. Bei Vergleich mit den Ergebnissen einer Kontrollgruppe von 7 gesunden Kindern zeigte sich der Trend zu verschiedenen Leistungsmustern bei jeweils unterschiedlicher zentraler Aktivierung.

Die Gruppe der mutmaßlich leichter Geschädigten (Bewußtlosigkeit unter 4 Tagen) erzielt fast gleich gute Leistungstestergebnisse wie die Kontrollkinder, doch bei deutlich erhöhter zentraler Aktivierung.

Die Gruppe der schwerer Geschädigten (Bewußtlosigkeit 4-17 Tage) erbrachte deutlich schlechtere Testergebnisse und arbeitete mit deutlich niedrigerer zentraler Aktivierung. Wir versuchten, eine Verbindung zwischen den gruppenspezifischen Leistungs- und Aktivierungsmustern und den verschiedenen Ausprägungen des organischen Psychosyndroms herzustellen.

Die gleichzeitige, kontinuierliche Messung von physiologischen Parametern mittels Polygramm erwies sich als nützlich, um eine Aussage über die zentrale Aktivierungskonstanz bei traumatisierten Kindern während einer Zeitdauer von 45 Minuten machen zu können.

Literaturverzeichnis

BARTENWERFER, H., Allgemeine Leistungstests, aus Handbuch der Psychologie VI, Verlag für Psychologie, Hogrefe, Göttingen, 1973

BERGLAR, E., Schädelhirntraumen bei Kindern in der Region München, 1973 (noch nicht veröffentlichte Dissertation)

BERLYNE, D.E., The Development of the Concept of Attention in Psychology, in Attention in Neurophysiology, C.R. Evans and T.B. Mulholland Eds. Butterworths, London, 1969

DONY, M. und DEGENER, G., Leistungen hirngeschädigter und hirngesunder Kinder im Benton-Test, Diagnostica XIX, 1973

DUFFY, E., Activation and Behavior, Wiley, London 1962, 20-27

DUMERMUTH, G., Elektroenzephalologie im Kindesalter, Thieme Verlag, Stuttgart, 1965, 20

EKELOWA-BAKALEJ, GROCHOWSKI, MERZALOW, KOLOSAR, Pathologie der Persönlichkeitsentwicklung in der späten Phase von Schädel-Hirn-Traumen. Abteilung für Kinderpsychologie des Carkower wissenschaftlichen Forschungsinstituts für Neurologie und Psychiatrie, Zh.Nevropat.Psychiat.Kresakov, 1973, 1517-1520

ERHARD, J., Leitsymptom: Konzentrationsstörungen bei Schulkindern, Dtsch. Ärzteblatt, 72, 1975, 3179-3182

FAUST, F., Über Dauerschäden nach Hirntrauma bei Kindern und Jugendlichen, Allgem. Zeitschrift für Psychiatrie 108, 1938, 72

FROHWEIN, A., Arbeitsfähigkeit und Abbausyndrome nach Hirntraumen mit langer Bewußtlosigkeit, Monatsschrift Unfallheilkunde 71, 1968, 233

GÖLLNITZ, G., Das organische Psychosyndrom beim Kind - ein klinischer Begriff, Pädiatrica Pädologica, Supp. 1972

GRAICHEN, J., Faulheit - ein Symptom von Leistungsschwäche?
In: Beiträge zur Psychologie und Erziehung, Beiheft zur
Pädiatrischen Praxis, Hans Marseille Verlag, München, 1977

GRÜNEWALD-ZUBERBIER, E., Hyperactive Behavior and EEG
Arousal Reactions in Children, Electroenceph.clin.
Neurophysiol. 38, 1975, 149-159

HALLERVORDEN, J., Psychiatr.-neurol. Wochenschrift 41,
25, 1939

KINZEL, W., Das irreversible psychische Defektsyndrom nach
Hirntrauma, aus Fortschritt Neurol. und Psychiatrie 40,
1972

KLEINPETER, U., Störungen der psychosomatischen Entwicklung
nach Schädel-Hirn-Traumen im Kindesalter, VEB Fischer,
Verlag Jena, 1971, 66

LANGE-COSACK, H., RIEBEL, U., SCHLESENER, H.J., Psychome-
trische Untersuchungen bei postkontusionellen Zuständen
im Kindesalter und Jugendlichenalter, Jansen Symposien,
Hrsg. Hans Wieck, 1973, Düsseldorf

LANGE-COSACK, H., NEVERMANN, E., Zur Frage der sozialen
Rehabilitation hirnerkrankter Kinder und Jugendlicher,
Dtsch. Zeitschrift f. Nervenheilkunde, BD 178, 1958, 199-233

LAUX, W., BUES, E., Auslesefreie Längsschnittuntersuchungen
nach traumatischen Hirnschädigungen im Kindesalter, Med.
Klinik 51, 1960, S. 2273 und S. 2309

LEMPPE, R., In: Frühkindliche Hirnschädigung und Neurose,
Hans-Huber-Verlag, Bern, 1964, 41 ff.

MARTINIUS, J., Untersuchungen zur zentralen Aktivierung bei
leistungsschwachen und gesunden Kindern. In: Nissen/Specht,
Psychische Gesundheit und Schule, Luchterhand Verlag,
Neuwied, 1976, 118

MARTINIUS, J., Kind und Leistung, Neuropsychologische Grund-
lagen, Beiheft zur Pädiatrischen Praxis, Beiträge zur
Psychologie und Erziehung, 1977

PAUL, J., Schwere hirntraumatische Unfallfolgen beim Kind,
Aus: Die Rehabilitation, 1966

POPPELREUTHER, F., Die psychischen Schädigungen durch Kopfschuß im Kriege 1914/16, Verlag Leopold Voss, Leipzig, 1917

REICHHARDT, M., Nerven- und Geistesstörungen nach Hirnverletzungen, Dtsch.Zschr. Nervenheilkunde 28, 1911, 306

RETT, A., Problematik des hirnorganischen Psychosyndroms beim Kind, Pädiatr. Pädologica, Supp. 1972

REMSCHMID, H., Posttraumatische Lernstörungen im Kindesalter und ihre Behandlung, Vortrag am Internationalen Symposium über Lernen, Lernstörungen und ihre Behandlung, Athen, 1976

RÖSLER, H. KLEINPETER, U., CARLSEN, I., SCHELLHASE, R., Erfahrungen mit Sonderklassen für hirnorganisch leistungsgeminderte, verhaltensgestörte Kinder, Psychiatr. Neurol. med. Psychol., Leipzig 1976, Nr. 28, 403-413

SCHULZ, H., Die gestufte Schädigung des Wachstums als ein pathophysiologischer Mechanismus der Wirkungsweise zerebraler Noxen, In: Psychiatr. Neurol. med. Psychol. Leipzig 1971, Nr. 23, 449 ff.

SOMMER, G., Problematik der Erfassung von Konzentration, dargestellt am KLT, in Diagnostica XIX, 1973, Heidelberg

SIEGEL, S., non parametric statistics for the behavioral sciences, Sidney International student edition New York, 1956

TÖNNIS, W., FROHWEIN, R.A., EULER, K.H., KRENKEL, W., GRÜN, M., Hirn- und Nervenverletzungen bei Kindern und Jugendlichen. Langenbecks Arch.klin.Chir. 304, 1963, 563

VEITH, G., Das organische Psychosyndrom im Kindesalter aus der Sicht des Pathologen, Pädiatr. Pädologica, Supp. 1972

A N F A N G
=====

ERGEBNISSE

BEARBEITETE AUFGABEN (in Prozent der gestellten Aufgaben)

Tabelle 2

Aufg.	Gruppe K	s	Gruppe 1	s	Gruppe 2	s
1	97,4%	3,1	87,5%	17,8	94,9%	3,3
2	100,0%	0,0	97,5%	3,5	94,3%	5,8
3	99,0%	1,5	97,3%	4,0	92,4%	10,8
4	98,6%	3,5	95,0%	4,8	91,4%	9,2
5	98,3%	1,8	95,4%	6,1	78,6%	22,4

Tabelle 3

FEHLERZAHL (in Prozent der bearbeiteten Aufgaben)

Aufg.	Gruppe K	s	Gruppe 1	s	Gruppe 2	s
1	7,1%	3,5	5,0%	2,0	14,0%	10,8
2	1,7%	2,8	2,1%	2,3	11,3%	13,8
3	1,9%	1,6	2,8%	3,0	4,9%	3,3
4	0,7%	1,2	2,6%	1,8	13,0%	16,0
5	1,2%	1,5	1,9%	2,6	13,0%	11,8

ERGEBNISSE

Tabelle 4 DURCHSCHNITTICHE REAKTIONSZEITEN (mit s)

Aufgb.	Gruppe K	s	Gr. 1	s	Gr. 2	s
1	9,4	3,9	8,0	4,1	9,0	8,6
2	9,2	3,5	7,6	2,7	8,8	4,6
3	9,9	8,0	7,8	3,6	10,3	11,9
4	13,1	15,6	10,2	4,1	11,2	11,9
5	11,3	13,4	9,0	3,3	12,6	21,5

Tabelle 5

EOG-Durchschnittswerte

Kontrollgruppe		Gr. 1	Gr. 2
Aufgabe 1	1,31	1,48	1,68
Aufgabe 2	2,15	2,20	2,24
Aufgabe 3	2,22	2,24	2,33
Aufgabe 4	2,01	2,09	2,24
Aufgabe 5	2,12	2,35	2,47

Tabelle 6

EMG-Durchschnittswerte

Kontrollgruppe		Gr. 1	Gr. 2
Aufgabe 1	1,36	1,53	1,26
Aufgabe 2	1,43	1,98	1,26
Aufgabe 3	1,74	2,09	1,56
Aufgabe 4	1,60	1,97	1,40
Aufgabe 5	1,69	2,28	1,61

VISUELLE EEG-ANALYSE

Tabelle 7 a Optische Diskriminationsaufgabe

Gruppe K	Gruppe 1			Gruppe 2		
1 - - 2 - - 3	1	2	3	1	2	3
10	10	2		8	1	
1 5 2		6	1	5	5	
6 2	11	4	2	6	5	1
7 2	4	3		9	3	
2 11	4	2	6	6	6	
8 2	7			6		
	3					
<u>34</u> <u>22</u> <u>2</u>	<u>39</u> <u>17</u> <u>9</u>			<u>40</u> <u>20</u> <u>1</u>		

VISUELLE EEG-ANALYSE

Tabelle 7 b Tondiskriminationsaufgabe I

Gruppe K	Gruppe 1	Gruppe 2
$\frac{1}{1} - \frac{2}{-} - \frac{3}{-}$	$\frac{1}{1} - \frac{2}{-} - \frac{3}{-}$	$\frac{1}{1} - \frac{2}{-} - \frac{3}{-}$
$\frac{10}{10}$	$\frac{6}{6}$	$\frac{12}{12}$
$\frac{10}{10}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{12}{12}$
$\frac{10}{10}$	$\frac{12}{12}$	$\frac{2}{2}$
$\frac{5}{5}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{10}{10}$
$\frac{5}{5}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{15}{15}$
$\frac{1}{1}$	$\frac{9}{9}$	$\frac{10}{10}$
$\frac{13}{13}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{5}{5}$
$\frac{10}{10}$	$\frac{12}{12}$	$\frac{10}{10}$
$\frac{7}{7}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{9}{9}$
$\frac{54}{46}$	$\frac{47}{33}$	$\frac{70}{32}$
$\frac{5}{-}$	$\frac{43}{43}$	$\frac{4}{-}$

VISUELLE EEG-ANALYSE

Tabelle 7 b Tondiskriminationsaufgabe II

Gruppe K				Gruppe 1				Gruppe 2			
1	2	3		1	2	3		1	2	3	
10	5			4	9	2		11	4		
1	11	3		2	2	13		13	2		
7	7	1		12	3			2	13		
9	6			2	10	3		15		1	
10		5		5	7	3		14	4		
11	4			12	3			6	8	1	
16				2	2	11		3	7	5	
						15					
54	43	9		37	36	47		64	38	7	

VISUELLE EEG-ANALYSE

Tabelle 7 c Wörterdiskriminationsaufgabe I

Gruppe K			Gruppe 1			Gruppe 2		
1	2	3	1	2	3	1	2	3
10	5		6	7		12	4	
	14	1			15	11	4	1
2	13		12		3	3	12	
10	5		3	7	5	15		
1	9	3	4	7	4	13	4	
11	3	1	11	4		8	7	1
15			6	9		10	4	1
				15				
<u>49</u>	<u>39</u>	<u>5</u>	<u>36</u>	<u>31</u>	<u>51</u>	<u>72</u>	<u>35</u>	<u>3</u>

VISUELLE EEG-ANALYSE

Tabelle 7 c Wörterdiskriminationsaufgabe II

Gruppe K	Gruppe 1			Gruppe 2		
	1	2	3	1	2	3
6	9			15		1
6	8		7	9	7	
7	9				9	5
7	8			15		
12			3	7	3	
8	4			4	6	4
16				7	6	2
<u>43</u>	<u>50</u>	<u>10</u>		<u>53</u>	<u>31</u>	<u>12</u>

Lebenslauf

Am 19.1.1951 wurde ich als fünftes Kind des Pfarrers Wilhelm Hoffmann und seiner Ehefrau Lene Hoffmann, geb. Schepeler, in Lanzendorf/Ofr. geboren.

Die Volksschule besuchte ich von 1957 - 1961 in Neuendettelsau/Mfr. und anschließend, nach der Versetzung meines Vaters nach Gräfelfing, das humanistische Karlsgymnasium in München-Pasing. Dort absolvierte ich 1970 das Abitur.

Seit 1970 studierte ich an der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilian-Universität München die vorklinischen Semester und legte 1973 die ärztliche Vorprüfung ab.

Meine klinische Ausbildung erhielt ich ebenfalls an der Universität München. Hier bestand ich am 17.12.1976 die ärztliche Prüfung.

Vom 1.4.1977 - 31.7.1977 arbeitete ich als Medizinalassistent an der 2. Kinderklinik des Krankenhauses München-Schwabing. Zur Zeit der Vorlage der Arbeit bin ich als Medizinalassistent am Kreiskrankenhaus Vilshofen (Chirurgie) tätig.

Dissertations- und Fotodruck ANNELIESE SCHUBERT
Corneliusstraße 21 • 8000 München 5 • Telefon 268177

